



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Diseño del sistema de Transmisión de un Kart con motor de de 4 tiempos

Autor/es

FERNANDO RUIZ MENDAZA

Director/es

FÉLIX SANZ ADÁN

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2016-17



Diseño del sistema de Transmisión de un Kart con motor de de 4 tiempos, de
FERNANDO RUIZ MENDAZA
(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2017/2018

CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE

TÍTULO:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UN KART
CON MOTOR DE 4 TIEMPOS**

AUTOR: Fernando Ruiz Mendaza

DIRECTOR/ES: Félix Sanz Adán

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Índice general

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	03/09/2017
Fecha de actualización	03/09/2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS MEMORIA

1.	OBJETO.....	5
2.	ALCANCE.....	5
3.	ANTECEDENTES.....	5
4.	NORMAS Y REFERENCIAS	6
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	6
4.1.1.	Software	6
4.2.	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	6
4.3.	Bibliografía.....	6
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	7
5.1.	Definiciones	7
5.2.	Abreviaturas	8
6.	REQUISITOS DE DISEÑO.....	8
6.1.	Cliente	8
6.1.1.	Requisitos técnicos.....	8
6.1.2.	Requisitos económicos.....	9
6.1.3.	Requisitos opcionales.....	9
7.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	9
8.	RESULTADOS FINALES	12
8.1.	Palanca de cambios	14
8.1.1.	Base palanca.....	15
8.1.2.	Palanca	16
8.1.3.	Pasador DIN 6325 10x70	17
8.1.4.	Anillo de seguridad DIN 472 10x1	18
8.1.5.	Chapa.....	19
8.1.6.	Cable.	19
8.1.7.	Tensor cable.	19
8.2.	Embrague.	20
8.3.	Variador.....	21
8.3.1.	Soporte izquierdo.	22
8.3.2.	Soporte derecho.....	22
8.3.3.	Rodamiento.	23
8.3.4.	Polea fija salida.	24

8.3.5.	Polea móvil salida.	25
8.3.6.	Polea fija entrada.	26
8.3.7.	Polea móvil entrada.	27
8.3.8.	Correa.	28
8.3.9.	Resorte.	29
8.3.10.	Pilotaje.	30
8.3.11.	Tuerca.	31
8.3.12.	Tornillo soportes.	31
8.3.13.	Arandela.	31
8.3.14.	Arandela M3.	31
8.3.15.	Arandela M5.	31
8.3.16.	Carcasa inferior.	32
8.3.17.	Carcasa superior.	33
8.4.	Funda cable.	34

ÍNDICE DE CONTENIDOS ANEXOS

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	3
3.	CÁLCULOS.....	4
3.1.	Par máximo en las ruedas.....	4
3.2.	Par mínimo en las ruedas	5
3.3.	Relaciones de transmisión que se pretenden obtener	6
3.4.	Dimensiones del sistema	7
3.5.	Cálculo correa	9
3.5.1.	Esfuerzos transversales	10
3.5.2.	Esfuerzos longitudinales	11
3.6.	Cálculos de resistencia	12
3.6.1.	Polea fija de salida.....	12
3.6.2.	Polea móvil de salida.....	13
3.6.3.	Polea móvil entrada.....	14
3.6.4.	Polea fija entrada.....	15
3.6.5.	Rodamiento 81104 TN.....	15
3.6.6.	Pilotaje.....	17
3.6.7.	Muelle	17

3.6.8.	Soporte izquierdo	17
3.6.9.	Soporte derecho.....	18

ÍNDICE DE CONTENIDOS PLANOS

1.	CONJUNTO COMPLETO	1
2.	CONJUNTO PALANCA.....	2
3.	CONJUNTO VARIADOR.....	3
4.	BASE PALANCA.....	6
5.	PALANCA	7
6.	SOPORTE COMPLETO.....	8
7.	POLEA FIJA SALIDA	9
8.	POLEA MÓVIL SALIDA	10
9.	PILOTAJE.....	11
10.	POLEA MÓVIL ENTRADA.....	12
11.	POLEA FIJA ENTRADA.....	13
12.	CORREA.....	14
13.	CARCASA INFERIOR.....	15
14.	CARCASA SUPERIOR.....	16

ÍNDICE DE CONTENIDOS PLIEGO DE CONDICIONES

1.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.	2
2.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PRODUCTO.	3
2.1.	Listado de materiales y elementos constitutivos.	3
2.2.	Calidades mínimas a exigir.	4
2.2.1.	Pruebas y ensayos.....	23
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PRODUCTO.	27
4.	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLES.	28
5.	ASPECTOS DEL CONTRATO QUE SE REFIERAN AL PROYECTO Y QUE PUDIERAN AFECTAR A SU OBJETO.....	28
5.1.	Criterios de medición, valoración y abono.....	28
5.1.1.	Medición.....	28
5.1.2.	Valoración	28

5.2. Criterios para las modificaciones al proyecto original, especificando el procedimiento a seguir para las mismas, su aceptación y como deben quedar reflejadas en la documentación final	28
5.2.1. Modificaciones en el proyecto	28

ÍNDICE DE CONTENIDOS MEDICIONES

1. CONJUNTO PALANCA.....	2
2. CONJUNTO VARIADOR.....	3

ÍNDICE DE CONTENIDOS PRESUPUESTO

1. CONJUNTO PALANCA.....	2
2. CONJUNTO VARIADOR.....	3



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Memoria

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	16/07/2017
Fecha de actualización	26/08/2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	OBJETO	4
2.	ALCANCE	4
3.	ANTECEDENTES	4
4.	NORMAS Y REFERENCIAS	5
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas	5
4.1.1.	Software	5
4.2.	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto	6
4.3.	Bibliografía	6
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	6
5.1.	Definiciones	6
5.2.	Abreviaturas	7
6.	REQUISITOS DE DISEÑO	8
6.1.	Cliente	8
6.1.1.	Requisitos técnicos	8
6.1.2.	Requisitos económicos	8
6.1.3.	Requisitos opcionales	9
7.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	9
8.	RESULTADOS FINALES	11
8.1.	Palanca de cambios	14
8.1.1.	Base palanca	15
8.1.2.	Palanca	16
8.1.3.	Pasador DIN 6325 10x70	17
8.1.4.	Anillo de seguridad DIN 472 10x1	18
8.1.5.	Chapa	19
8.1.6.	Cable.	19
8.1.7.	Tensor cable.	19
8.2.	Embrague.	20
8.3.	Variador	21
8.3.1.	Soporte izquierdo.	22
8.3.2.	Soporte derecho	22
8.3.3.	Rodamiento.	23
8.3.4.	Polea fija salida.	24

8.3.5.	Polea móvil salida.	25
8.3.6.	Polea fija entrada.	26
8.3.7.	Polea móvil entrada.	27
8.3.8.	Correa.	28
8.3.9.	Resorte.	29
8.3.10.	Pilotaje.	30
8.3.11.	Tuerca.	31
8.3.12.	Tornillo soportes.	31
8.3.13.	Arandela.	31
8.3.14.	Arandela M3.	31
8.3.15.	Arandela M5.	31
8.3.16.	Carcasa inferior.	32
8.3.17.	Carcasa superior.	33
8.4.	Funda cable.	34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: variador continuo, máxima	10
Ilustración 2: variador continuo, mínima	11
Ilustración 3: conjunto completo 1	12
Ilustración 4: conjunto completo 2	13
Ilustración 5: palanca de cambios	14
Ilustración 6: base palanca	15
Ilustración 7: palanca	16
Ilustración 8: pasador	17
Ilustración 9: anillo de seguridad	18
Ilustración 10: chapa	19
Ilustración 11: embrague	20
Ilustración 12: variador	21
Ilustración 13: soporte izquierdo	22
Ilustración 14: soporte derecho	22
Ilustración 15: rodamiento	23
Ilustración 16: polea fija salida	24
Ilustración 17: polea móvil salida	25
Ilustración 18: polea fija entrada	26

Ilustración 19: polea móvil entrada.....	27
Ilustración 20: correa	28
Ilustración 21: resorte.....	29
Ilustración 22: pilotaje	30
Ilustración 23: carcasa inferior.....	32
Ilustración 24: carcasa superior.....	33
Ilustración 25: funda cable	34

1. OBJETO

El objetivo principal del proyecto es realizar el diseño de la transmisión de cualquier kart al que se le haya colocado un motor que funcione en un rango de revoluciones inferior a las 4000 y de menos de 15 caballos de potencia máxima (aproximadamente la mitad de la potencia que suministran la mayoría de motores de competición).

El poder variar la relación de velocidades de salida con respecto a la del motor es fundamental, ya que así se puede conseguir una gran aceleración y maximizar la velocidad punta del vehículo en diferentes condiciones (mayor o menor agarre, pendientes etcétera).

Este producto está orientado a usuarios que busquen un kart que requiera poco mantenimiento manteniendo una sensación de velocidad y aceleración a la altura de los modelos de competición, pero sin participar en competiciones oficiales, ya que estas competiciones el reglamento técnico es muy estricto y no sería posible conseguir los otros objetivos.

Aunque el coche con este sistema no va a ser utilizado para competir se pretende que sus prestaciones sean similares a las de los modelos de competición, ya que si no es rápido no será tan divertido pilotarlo, las especificaciones necesarias para ello se recogerán más adelante.

El sistema no debe afectar al resto de usuarios del circuito, no debe verter ningún tipo de sustancia a la pista ni al medio ambiente.

2. ALCANCE

Se incluirá en el diseño el elemento que hace variar la relación de transmisión (variador) y el que hace que se transmita o no la potencia desde el motor (embrague), así como un regulador o palanca de cambios para que el piloto pueda controlarlo.

No es objeto de este proyecto el diseño de los acoplamientos entre el eje de salida y el eje trasero del vehículo ni entre el motor y el embrague aunque sí que se ha tenido en cuenta que ambos sean de dimensiones estándar para que el usuario pueda realizar el acoplamiento con facilidad. En este aspecto cabe destacar que el usuario debe realizar el acoplamiento de forma que no varíe la relación de cambio.

El producto diseñado se instalará en la parte posterior del vehículo, detrás del asiento del piloto, con un regulador (o palanca de cambios) a la derecha del asiento del piloto, de forma que este pueda alcanzarlo con facilidad para variar la relación de transmisión.

3. ANTECEDENTES

Este sistema en concreto no existe en el mercado, pero sí que se han empleado sistemas parecidos, en motocicletas y últimamente en unos pocos coches de alta gama, pero en todos estos casos el cambio era automático y controlado electrónicamente o con mecanismos muy diferentes a los empleados en este proyecto.

Los coches de karting son utilizados por los usuarios solo como hobby o para competir en diferentes carreras o campeonatos con unas reglas que el fabricante debe cumplir, normalmente los coches son diseñados pensando en estas reglas. A nivel competitivo los gastos son muy

elevados de forma que mucha gente que quiere practicar karting como hobby no puede permitírselo, uno de los factores que lo encarece es el mantenimiento que estos coches precisan.

En karts de competición los motores utilizados según el reglamento son de 2 tiempos y funcionan a unas revoluciones tan elevadas que requieren revisiones cada poco tiempo, algunos deben ser revisados por un mecánico cada menos de 8 horas de uso, con las molestias que eso supone para el usuario (buscar un mecánico, desmontar el motor, llevarlo, recogerlo, volver a montarlo...) y el desembolso económico, a esto hay que añadir que la vida útil de estos motores de competición es muy reducida en comparación con motores corrientes.

Es por eso que en ocasiones a los coches de karting que se usan únicamente con fines lúdicos se les sustituye el motor por uno de moto (normalmente de 4 tiempos), de esta forma no precisa más mantenimiento del que requeriría ese motor en la moto, aunque las características del motor no serán exactamente iguales.

Será importante a la hora de realizar el diseño pensar cómo va a ser pilotado el vehículo. Normalmente este tipo de vehículos no tienen un pedal de embrague, lo que hace que el mecanismo de embrague tenga que ser automático a la hora de arrancar de parado (ya que aunque no se utilizase una caja de cambios de diferentes relaciones de cambio el motor debe seguir girando con el coche en marcha aunque este no se esté moviendo).

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- **UNE 157001:2014:** esta norma establece los criterios generales para la elaboración de los documentos que componen un proyecto técnico.
- **Reglamento FIA:** reglamento de la federación internacional de automovilismo relativo a las competiciones de karting.
- **Reglamento de la FIA en materia de seguridad:** no es un reglamento como tal, pero se ha tenido en cuenta que en definitiva es la FIA la que homologa los diseños de este tipo de vehículos siguiendo criterios muy variables, por tanto se ha tenido en cuenta casos anteriores y elementos ya homologados con anterioridad para tomarlos como referencia.

4.1.1. Software

- Microsoft Excel como programa de cálculo.
- EES para cálculo y realización de gráficos.
- Para la realización del modelado en 3D, planos y estudios de movimiento se ha utilizado el programa de CAD Solidworks en su versión de 2016.
- Para las diferentes simulaciones de resistencia de los elementos del producto se ha empleado el programa de CAE Solidworks Simulation.
- Para la elaboración de las diferentes animaciones y renderizados fotorrealistas se ha empleado el programa Solidworks PhotoView 360.
- Los presupuestos y mediciones se han realizado con el Software Presto, que crea documentos oficiales necesarios para el proyecto.

4.2. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.

En la redacción del proyecto se ha buscado que el diseño del producto sea óptimo. La calidad de los materiales es un elemento importante en este aspecto, seleccionándose cuidadosamente los mismos entre las primeras marcas del mercado. Serán adecuados a las condiciones de uso.

El listado de materiales presente en el Pliego de Condiciones, al que se ha añadido las normas que estos deben de seguir y el fabricante en concreto, se considera un elemento primordial para el control de calidad en la fase de proyecto.

Durante la redacción del proyecto, se ha establecido un protocolo de revisión de la documentación generada, con el fin de detectar errores en los documentos básicos, para de esta manera asegurar que en la memoria, los diferentes anexos de cálculos, los planos, el pliego de condiciones, las mediciones y el presupuesto se consiguen cumplir los parámetros de calidad exigida, y filtrar posibles errores que pudieran darse en la confección de los mismos.

4.3. Bibliografía

- Boe.es. (2016). *BOE*. [online] Disponible en: <https://www.boe.es/legislacion/legislacion.php> [Accedido el 20 Jun. 2017].
- Páginas web de fabricantes que proporcionan información sobre correas trapezoidales:
<http://www.grupohiberi.com/19.html> [Accedido el 25 Jun. 2017]
https://es.scribd.com/doc/259147979/HUTCHINSON-TRAPEZOIDAL-ES?secret_password=yh0pTYnojz7jaZ57XODD#fullscreen&from_embed [Accedido el 25 Jun. 2017]

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

5.1. Definiciones

Unidad de obra: es la parte de una obra civil que se mide y valora de forma independiente o agrupación de partes de la obra, que se valoran en función de una misma unidad de medida.

Mediciones: es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

Cuadro de precios 1: es un cuadro de precios unitarios totales, es decir, la simple enumeración de los precios, en cifra y letra, para las distintas unidades de obra previstas, seguida de los precios correspondientes a las distintas partidas alzadas de abono íntegro adoptadas. Su finalidad es la de que sus precios sirvan de factor multiplicador de los distintos volúmenes de obra ejecutados a efectos de determinación de los abonos al contratista, y, por tanto, tendrá una aplicación de tipo general.

Cuadro de precios 2: es un cuadro de precios unitarios descompuestos y estará constituido por la descomposición de los precios de las distintas unidades de obra. Su cálculo se basa en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del impuesto sobre el valor añadido (IVA) que pueda gravar las entregas

de bienes o prestaciones de servicios realizados. Estos precios sumados deberán coincidir con la cifra fijada para el cuadro de precios nº1.

Costes directos: se consideran costes directos en un proyecto los siguientes elementos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Costes indirectos: todos aquellos gastos de ejecución que no sean directamente imputables a unidades de obra concretas, sino al conjunto o parte de la obra.

Presupuesto de ejecución material: Es la suma de los productos de los volúmenes a ejecutar de las distintas unidades de obra por los correspondientes precios unitarios, más las partidas alzadas. El presupuesto de ejecución material resultará, por tanto, de la suma de los distintos presupuestos parciales, no olvidando incluir las correspondientes partidas alzadas: las de «a justificar» como producto de los volúmenes estimados, por los correspondientes precios del cuadro de precios nº1; mientras que las de «abono íntegro» serán directamente transferidas de dicho cuadro de precios.

Partidas alzadas: en el caso de que sea totalmente imposible llegar a esa cuantificación se procederá a realizar la estimación y figurar como «partida alzada».

Beneficio bruto: es aquel beneficio obtenido por una sociedad derivado de su explotación y que surge de restar a los ingresos el importe de los gastos en los que se han incurrido fruto de la actividad pero, eso sí, antes de deducir los impuestos y las amortizaciones correspondientes.

5.2. Abreviaturas

UNE: Una Norma Española. Son un conjunto de normas, normas experimentales e informes (estándares) creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

ISO: Sigla de la expresión inglesa International Organization for Standardization, 'Organización Internacional de Estandarización', sistema de normalización internacional para productos de áreas diversas.

DIN: Instituto Alemán de normalización.

CAD: Computer Aided Design. Diseño asistido por ordenador. Es el uso de programas informáticos para crear representaciones gráficas de los objetos físicos en dos o tres dimensiones.

CAE: Computer Aided Engineering. Ingeniería asistida por ordenador. Permite simular en el ordenador los modelos que se piensan poner en práctica con el objetivo de apreciar su validez sin incurrir en costes de fabricación.

Renderizado: es un término usado en para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo.

U.O: Unidad de Obra.

3D: Tres Dimensiones. Las tres dimensiones se refieren a la largura, anchura y profundidad.

Rpm: revoluciones por minuto.

FIA: Federación internacional de automovilismo.

CV: caballo de vapor. Unidad de medida de potencia.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1. Cliente

El diseño que se detalla más adelante cumple con los siguientes requisitos de diseño:

6.1.1. Requisitos técnicos

- El mecanismo debe ser mecánico, de forma que el piloto pueda controlar completamente el funcionamiento del mismo.
- Que su aceleración sea similar a la de un kart de competición (aceleración de 0 a 100 km/h en entre 5 y 6 segundos).
- Velocidad punta aproximadamente igual a la velocidad punta media que se obtiene en competición en función de las diferentes configuraciones (velocidad punta de al menos 130 km/h en llano y relación de velocidades máxima suficiente para alcanzar los 160 km/h en rectas con pendiente descendente).
- Que los gastos de mantenimiento no sean más que una comprobación y sustitución periódicas del aceite del motor.
- Que el cambio de marchas sea manual.
- Que la relación de transmisión sea continua (Relación de velocidades máxima y mínima regulables dentro del intervalo que ofrece la caja de cambios).

6.1.2. Requisitos económicos

A la hora de valorar los costes es conveniente hacerlo en conjunto, ya que si el sistema de transmisión ofrece un rango amplio de relaciones de cambio el motor podrá ser más barato ofreciendo el conjunto las mismas prestaciones.

Un motor de competición ronda los 2500€ de gasto inicial a los que hay que añadir una media de 400 € anuales en mantenimiento, mientras que el precio del sistema de transmisión de estos coches es de aproximadamente 500€.

Se pretende utilizar motores cuyo precio no supere los 400€ y que no requieran apenas mantenimiento (gastos de mantenimiento despreciables), por esto el precio de venta al público rondará los 2000€, en este precio no se incluye la instalación del sistema en el vehículo ni el transporte.

Aunque el uso del producto no va a ser para competición se considera necesario comparar los costes con los de competición, ya que el usuario lo que busca es una experiencia lo más parecida posible a la competición.

6.1.3. Requisitos opcionales

Una vez realizado el diseño se ha cumplido con algunos requisitos que no eran prioritarios pero que favorecen la calidad de la alternativa, estos requisitos son:

- Sencillez de montaje en cualquier tipo kart.
- Producto compacto, que no incluya muchos elementos diferentes que deban colocarse en diferentes partes del vehículo.
- Que una vez instalado en el vehículo no aumente en exceso el arrastre aerodinámico.

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

No existe una legislación ni normativa de obligado cumplimiento aplicable a los sistemas de transmisión de este tipo de vehículos, lo único que se podría valorar en este aspecto es si el sistema se va a utilizar o no en competiciones oficiales, en caso de utilizarse tendría que cumplir con la reglamentación de la FIA, que establece el tipo de sistema de transmisión a utilizar en las diferentes competiciones, habiendo competiciones en las que el sistema de transmisión es de una sola relación de velocidad y otras en las que se utilizan cajas de cambios secuenciales de un número establecido de marchas (varía en función de cada competición).

Como lo que se pretende es, con motores menos potentes conseguir unas prestaciones similares a las de vehículos con motores de gran potencia, no se puede utilizar el mismo sistema de transmisión que estos utilizan, ya que las prestaciones obtenidas serían menores en la medida que la potencia fuera menor.

Se ha buscado por tanto un sistema de transmisión que aproveche al máximo las prestaciones de motores de una potencia de hasta 15 CV a una velocidad máxima de 4000 rpm.

Para la elección del tipo de embrague y caja de cambios, así como para su posterior diseño, es fundamental conocer las curvas de par motor y potencia del motor en función de las rpm a las que gira.

En este caso como no es para un motor concreto, sino que se puede emplear cualquier motor de características similares, lo que se ha hecho para realizar el diseño es utilizar unas curvas de potencia y par motor genéricas que se consideran aproximadas a las de todos los modelos de motor que se van a colocar en estos vehículos, estas características se pueden ver en el Anexo documentación de partida.

Las ruedas empleadas pueden variar entre las diferentes que existen en el mercado, tomándose como radio de diseño unos valores comprendidos entre 0,1 y 0,15 metros.

Para el par y rpm de trabajo se considera correcto un embrague centrífugo. Este consiste en un eje con unos contrapesos girando solidariamente, de forma que al aumentar la velocidad del eje los contrapesos se separen de él hasta tocar una corona (corona de embrague) a la que hacen girar, de esta forma se transmitirá o no dependiendo de la velocidad del eje que a su vez irá accionado directamente por el motor.

Será un embrague comercial, ya que existen multitud de opciones y por tanto es relativamente sencillo encontrar uno que se adapte a las necesidades del producto, en este caso el embrague elegido empieza a transmitir en torno a las 1500 rpm, lo que deja una ventana de trabajo importante al motor (ya que se considera que puede llegar hasta las 4000 rpm).

En lo referente a la caja de cambios cabe destacar que se encarga de variar la relación de velocidades o relación de transmisión, cambiando la relación de velocidades no solo se cambia la velocidad de salida (en las ruedas) con respecto a la de entrada (en el motor o salida del embrague), sino que también se modifica inversamente el par de salida con respecto al de entrada, de esta forma a mayor relación de velocidades mayor velocidad a la salida pero menor par.

En este caso unos cambios rápidos de par y velocidad a la salida no se pueden conseguir simplemente modificando las rpm del motor, ya que le cuesta demasiado tiempo realizar esta variación y no varía lo suficiente, por tanto estas variaciones rápidas se conseguirán mediante una caja de cambios de variador continuo consistente en 2 conos a la entrada y 2 a la salida a modo de poleas unidos por una correa, de esta forma se pueden juntar los conos a la entrada separándolos a la salida o al contrario de forma que la relación de transmisión aumente o disminuya pasando por infinitas posiciones (algo que con una caja de cambios secuencial no se puede conseguir) con lo que se puede obtener una aceleración rápida sin apenas variar la velocidad del motor.

A continuación se ve el sistema posicionado primero en la posición de máxima relación de transmisión y luego en la de mínima:

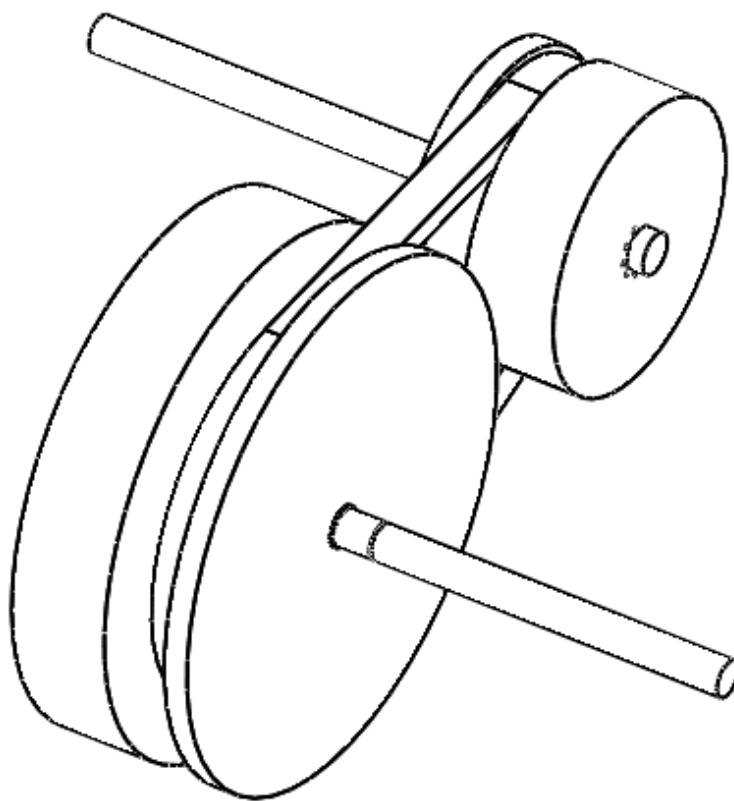


Ilustración 1: variador continuo, máxima

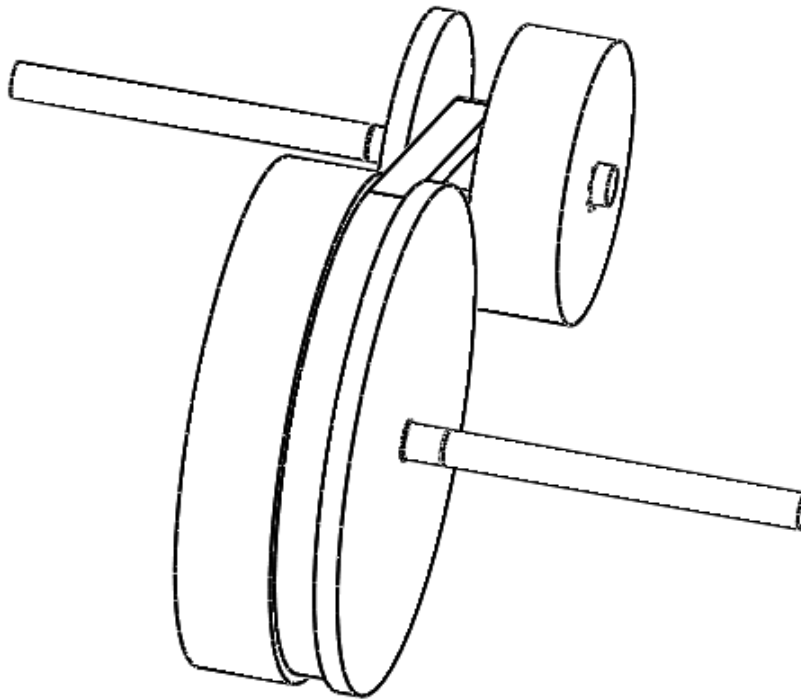


Ilustración 2: variador continuo, mínima

Al juntar los conos de la entrada habrá que separar en la misma medida los de la salida, ya que si no se hiciera así la correa podría tensarse tanto que se rompiera o destensarse y no transmitir o provocar daños.

Se pretende que sea el piloto el que modifique la relación de velocidades, ya que así podrá controlar completamente el comportamiento del coche en aceleración, lo que complica la conducción pero la hace más entretenida, para ello modificará la posición de una palanca de cambios que en este caso no tendrá posiciones preestablecidas sino que será un regulador, esta estará conectada a 2 cables que tirarán del pistón intermedio una hacia un lado y otra hacia el otro para separar las poleas correspondientes y a la hora de juntarlas se hará con resortes.

8. RESULTADOS FINALES

Aquí se mostrará el resultado final del diseño del sistema, describiendo las diferentes funciones que realiza cada componente y como van ensamblados estos.

Fundamentalmente el sistema de transmisión diseñado en este caso para un kart se compone de tres elementos, que son: la palanca de cambios (o regulador), el embrague y el variador.

Además de estos elementos también cabe destacar que como guía para los cables que van de la palanca de cambios al variador se emplean 2 fundas de cable.

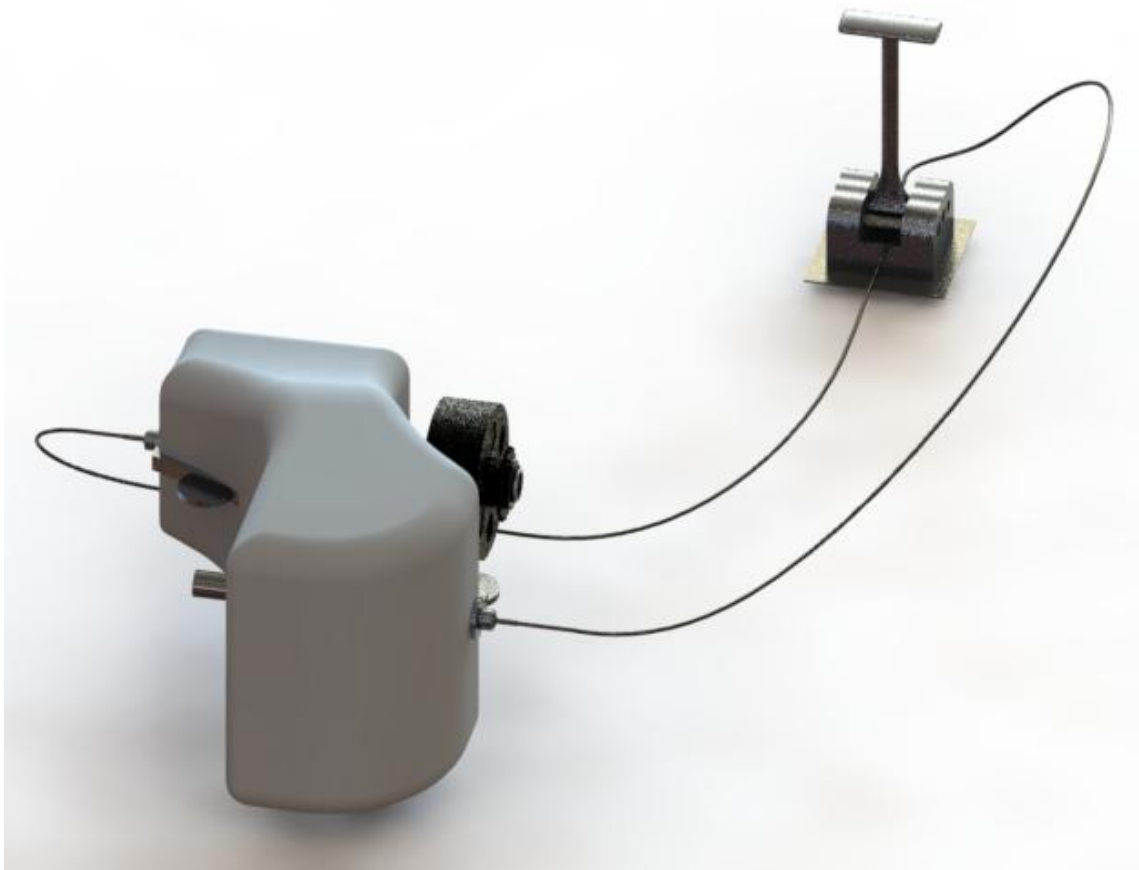


Ilustración 3: conjunto completo 1

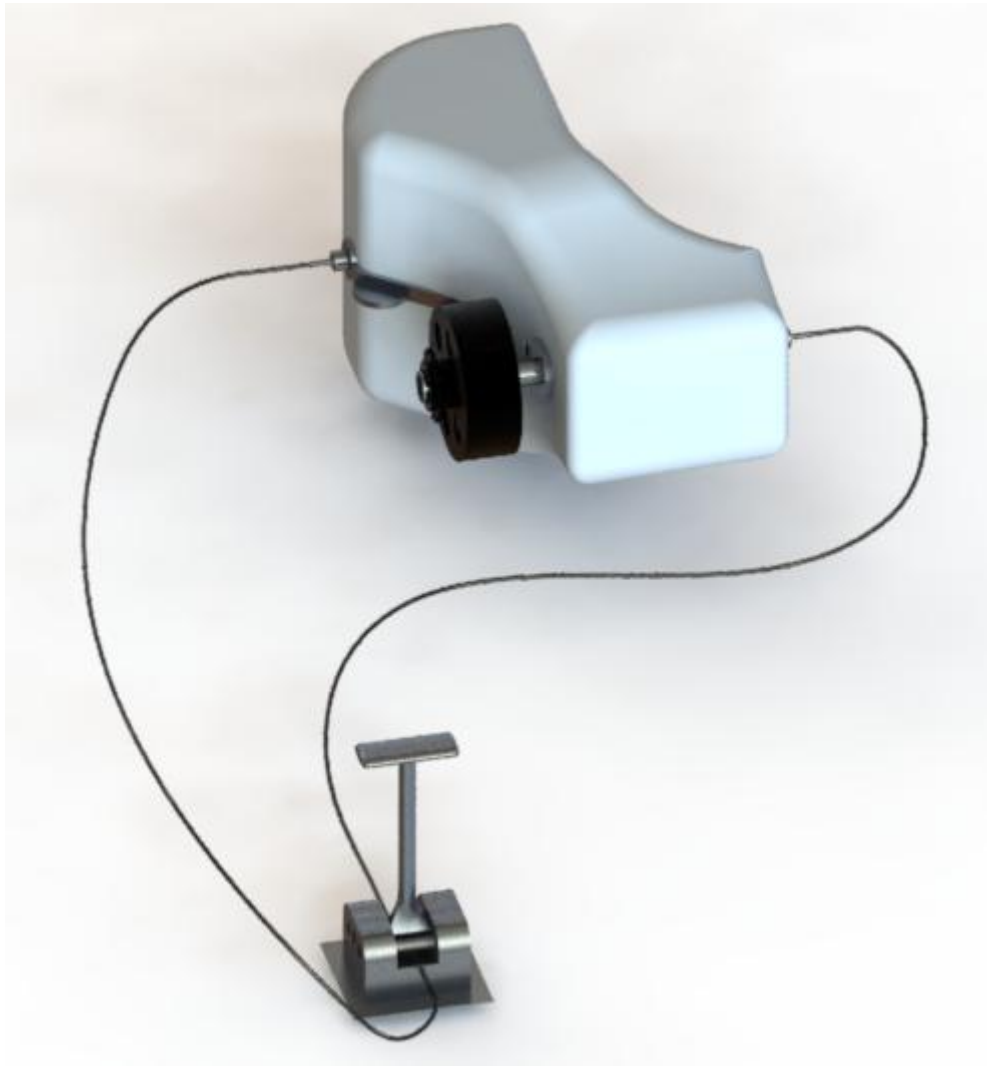


Ilustración 4: conjunto completo 2

Es un sistema completamente mecánico, por tanto no se emplea ningún elemento eléctrico ni electrónico.

Lo siguiente será describir con detalle cada uno de los componentes.

8.1. Palanca de cambios

Es la parte del sistema que interactúa con el piloto, gracias a este componente el piloto es capaz de variar la relación de transmisión.



Ilustración 5: palanca de cambios

Se compone de los siguientes elementos:

- Base palanca.
- Palanca.
- Pasador DIN 6325 10x70.

- Anillo de seguridad DIN 472 10x1.
- Chapa.
- Cable.
- Tensor cable.

8.1.1. Base palanca

Es la pieza que actúa como soporte para el resto, es de aluminio aleación 1060.

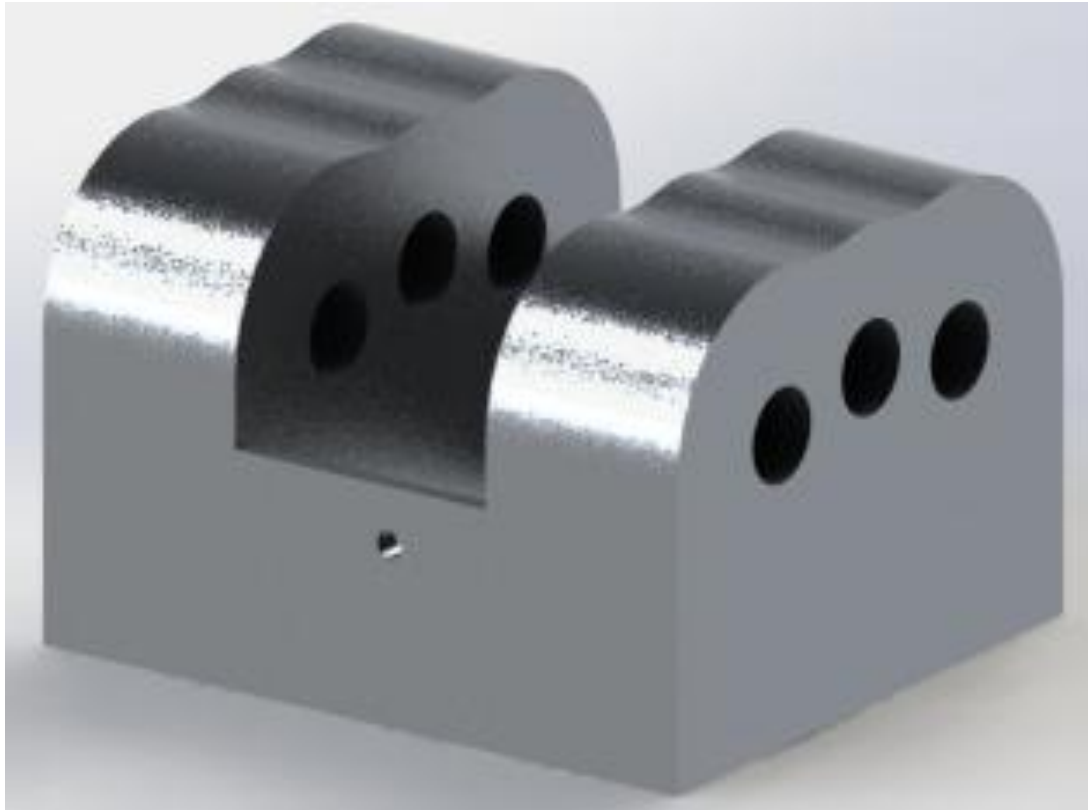


Ilustración 6: base palanca

8.1.2. Palanca

Es el elemento gracias al cual el usuario regula la relación de transmisión del sistema, se encarga de controlar la posición de los cables para que estos a su vez controlen la del variador.

Está fabricada en aluminio aleación 1060.



Ilustración 7: palanca

8.1.3. Pasador DIN 6325 10x70

Es un elemento normalizado, en este caso se emplean 3 de ellos, uno es el eje sobre el que pivota la palanca y los otros 2 hacen de topes que limitan el movimiento de la misma uno hacia cada lado.



Ilustración 8: pasador

8.1.4. Anillo de seguridad DIN 472 10x1

Es un elemento normalizado, en este caso se emplean seis de estos, se encargan de sostener en su posición a los pasadores.



Ilustración 9: anillo de seguridad

8.1.5. Chapa

Es un elemento sobre el que va soldado el resto del conjunto de la palanca, su función es la de unir el conjunto al chasis del vehículo, no se le hace en principio ningún taladrado estándar para su unión ya que será el usuario el que decidirá el modo de acople del elemento al chasis (soldado o atornillado).



Ilustración 10: chapa

8.1.6. Cable.

Se emplearán dos cables de acero cuya función es transmitir una fuerza desde la palanca de cambios al variador, un cable controla la posición de la entrada del variador y el otro la de la salida.

8.1.7. Tensor cable.

La función de este elemento es la de sujetar a la palanca y tensionar cada uno de los cables, por tanto se emplearán 2 elementos de este tipo en el sistema.

8.2. Embrague.

Este elemento se encarga de conectar y desconectar el motor al variador, por tanto se encarga de controlar cuándo el sistema transmite potencia a las ruedas y cuándo no lo hace.

En este caso se ha empleado un embrague centrífugo (elemento comercial) que embraga una vez que el motor ha alcanzado las 1500 rpm, de esta forma el sistema transmite toda la potencia del motor una vez alcanzadas esas revoluciones.



Ilustración 11: embrague

8.3. Variador.



Ilustración 12: variador

La función de este elemento como su propio nombre indica es la de variar la relación de transmisión del vehículo, para ello se compone de los siguientes elementos:

- Soporte izquierdo.
- Soporte derecho.
- Rodamiento.
- Polea fija salida.
- Polea móvil salida.
- Polea fija entrada.
- Polea móvil entrada.
- Correa.
- Resorte.
- Pilotaje.
- Tuerca.
- Tornillo soportes.
- Arandela.
- Arandela M3.
- Arandela M5.
- Carcasa inferior.
- Carcasa superior.

8.3.1. Soporte izquierdo.

Junto con el soporte derecho sirve de anclaje para los diferentes elementos de variador, a partir de estos soportes se posicionan todos los demás.



Ilustración 13: soporte izquierdo

8.3.2. Soporte derecho.

Junto con el soporte izquierdo sirve de anclaje para los diferentes elementos de variador, a partir de estos soportes se posicionan todos los demás.

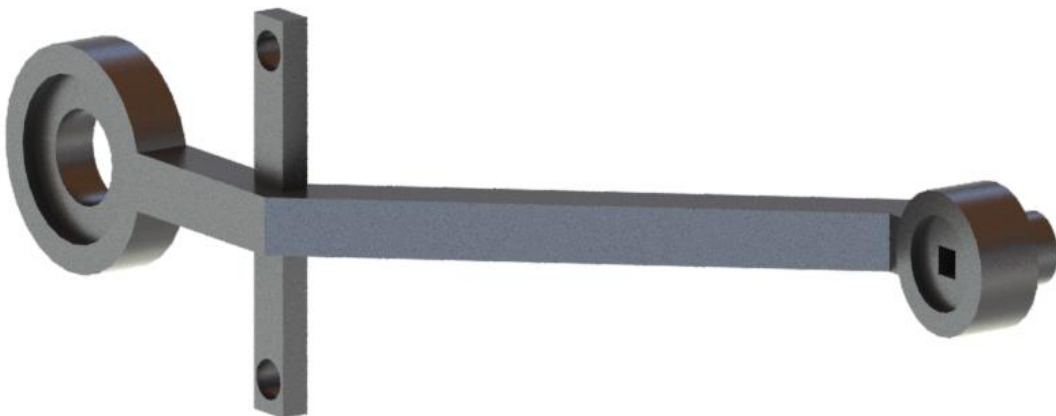


Ilustración 14: soporte derecho

8.3.3. Rodamiento.

Elemento comercial encargado de soportar y dejar girar independientes de las sujeciones a las poleas y a los pilotajes.



Ilustración 15: rodamiento

8.3.4. Polea fija salida.

La polea fija de salida es el elemento que junto con la polea móvil de salida se encarga de recibir y transmitir la potencia que le llega de la correa.

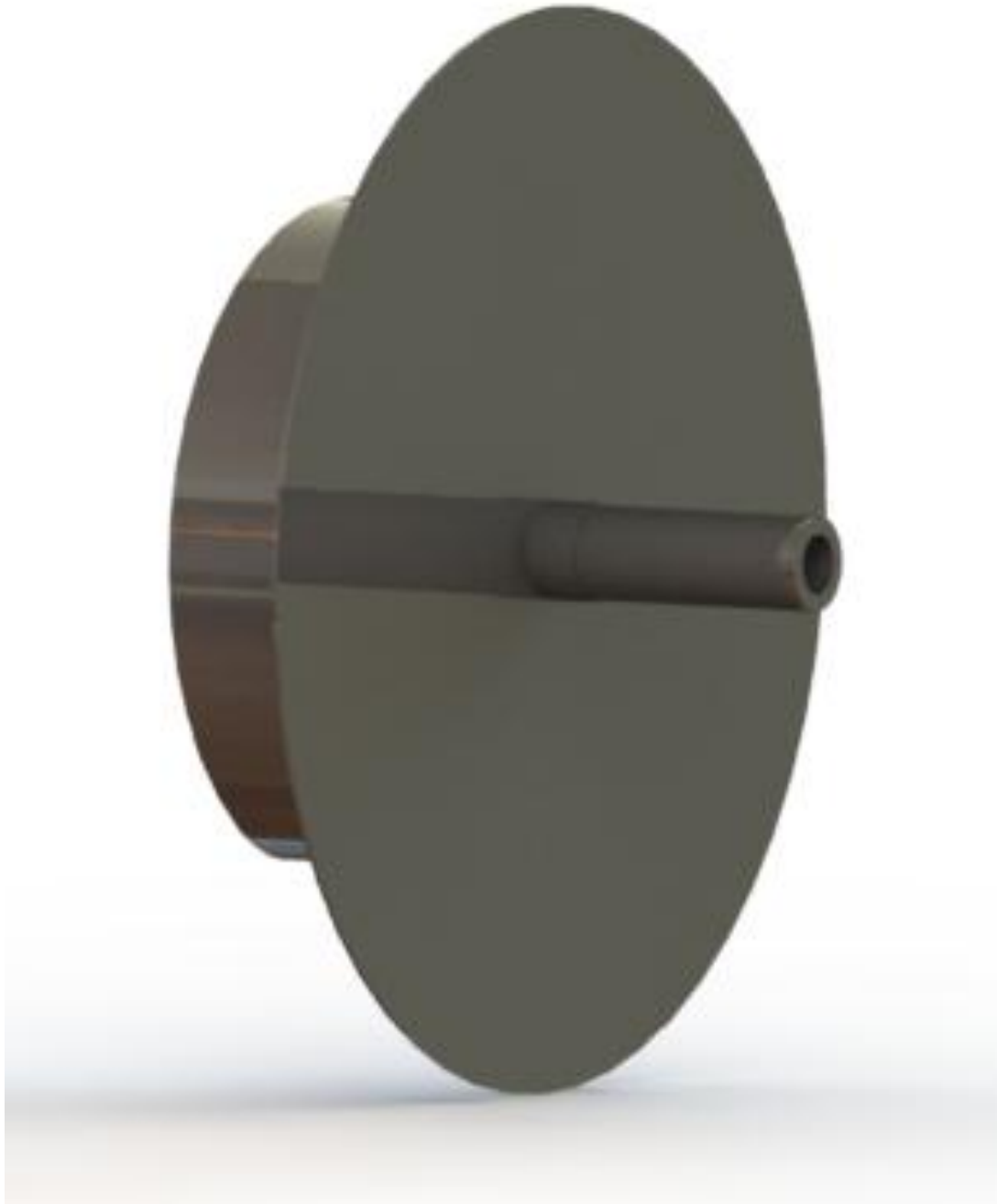


Ilustración 16: polea fija salida

8.3.5. Polea móvil salida.

La polea móvil de salida es el elemento que junto con la polea fija de salida se encarga de recibir la potencia que le llega de la correa. Su otra función es la de que con su movimiento de traslación cambia la posición de la correa modificando así la relación de transmisión.



Ilustración 17: polea móvil salida

8.3.6. Polea fija entrada.

La polea fija de entrada es el elemento que junto con la polea móvil de entrada se encarga transmitir la potencia que le llega desde el embrague a la correa.

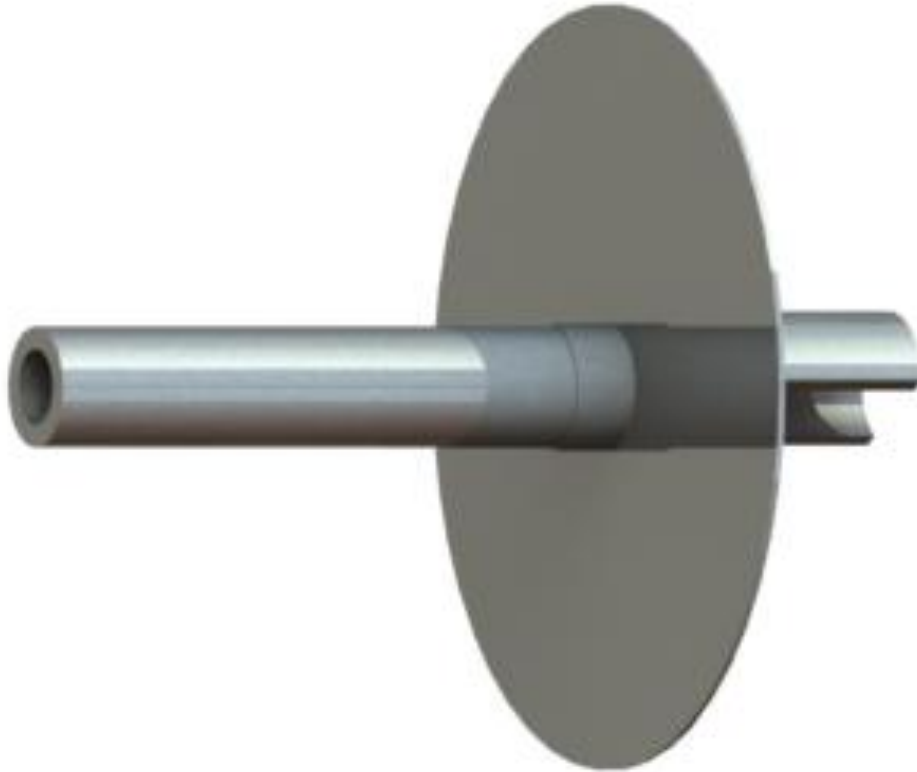


Ilustración 18: polea fija entrada

8.3.7. Polea móvil entrada.

La polea móvil de entrada es el elemento que junto con la polea fija de entrada se encarga de transmitir a la correa la potencia que le llega desde el embrague. Su otra función es la de que con su movimiento de traslación cambia la posición de la correa modificando así la relación de transmisión.

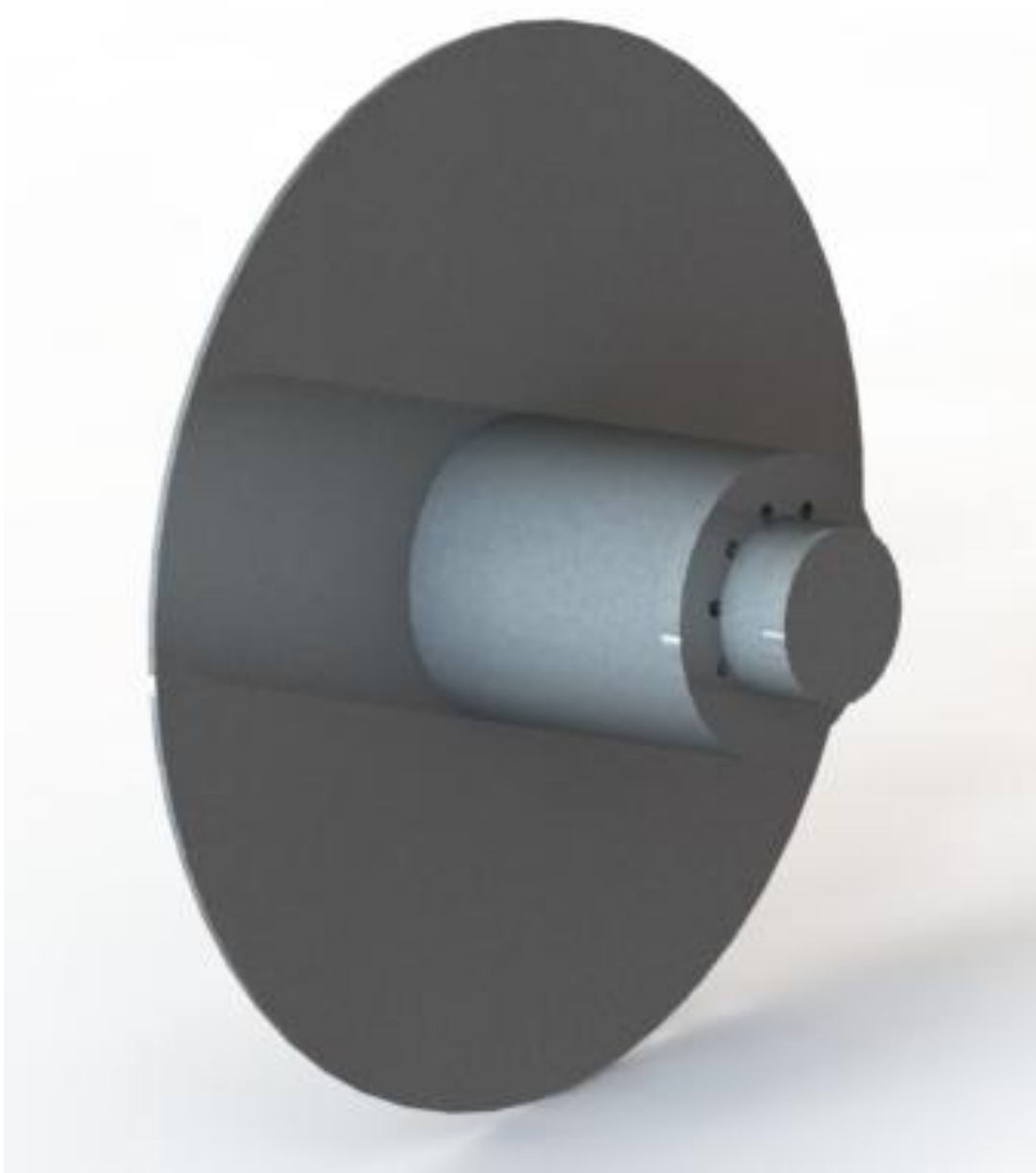


Ilustración 19: polea móvil entrada

8.3.8. Correa.

Elemento que se encarga de transmitir la potencia desde las poleas de entrada a las de salida.

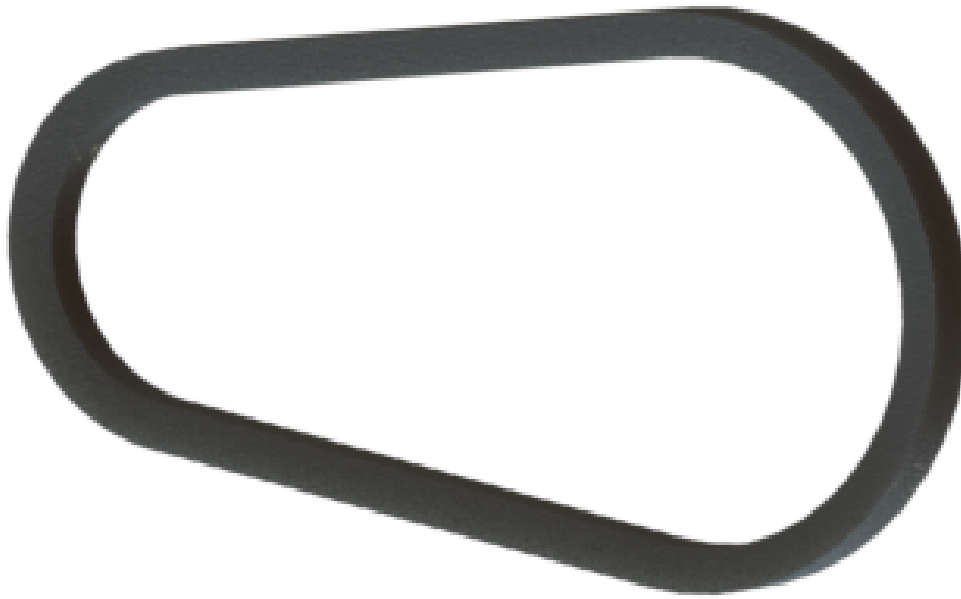


Ilustración 20: correa

8.3.9. Resorte.

Gracias a este componente se consigue poder juntar las poleas y por tanto aumentar el diámetro a la entrada o a la salida, también gracias a la fuerza que ejerce se logra tensar la correa. Se emplean 2 elementos de estos.



Ilustración 21: resorte

8.3.10. Pilotaje.

Es el elemento que recibe tanto la fuerza ejercida por el resorte como la fuerza aplicada al cable que controla la posición del variador, su función es transmitir la resultante al rodamiento para que este a su vez la transmita la polea móvil de entrada o de salida.

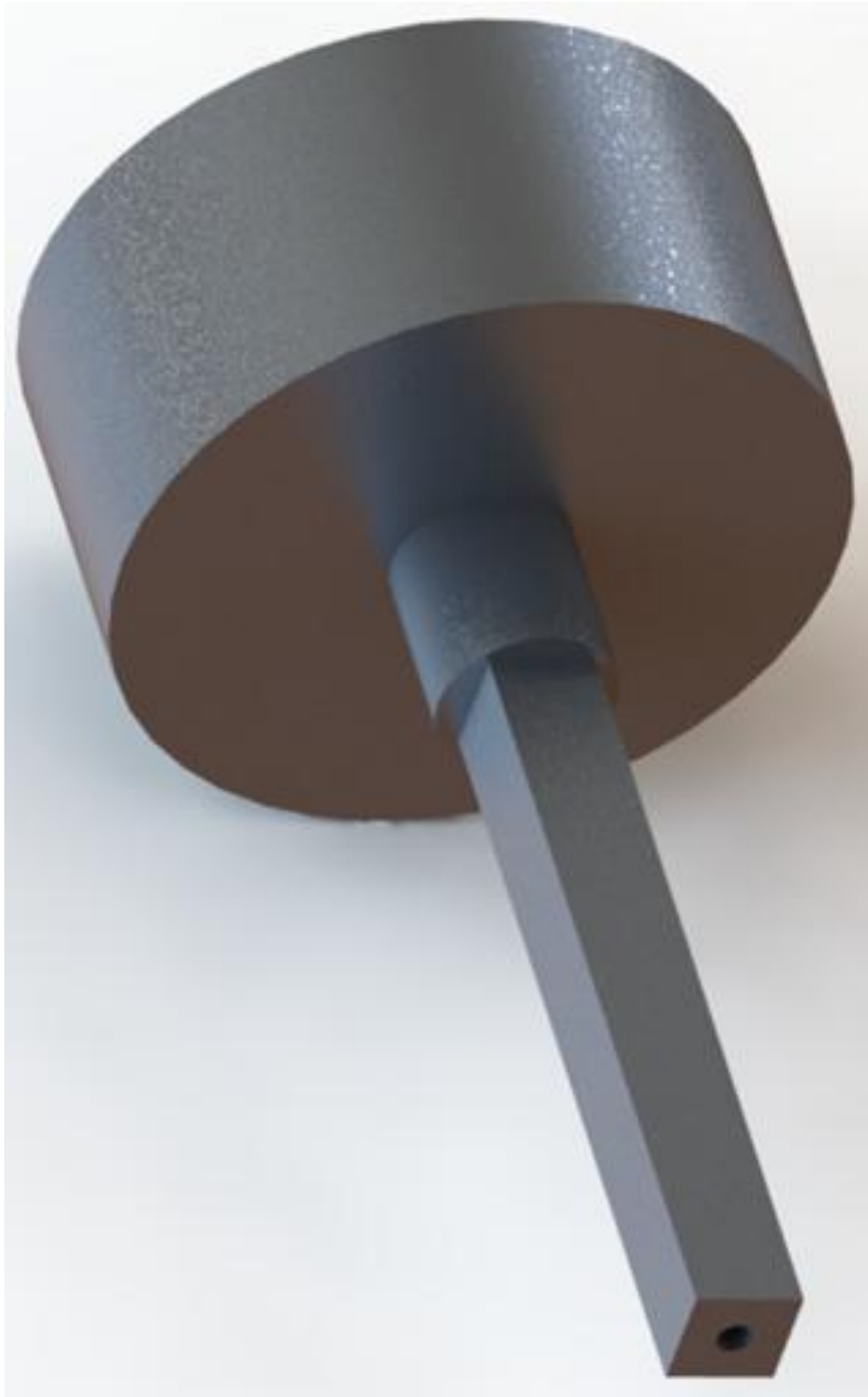


Ilustración 22: pilotaje

8.3.11. Tuerca.

Forma parte del sistema que une un soporte con el otro dejándolo en una posición fija pero regulable.

Se emplean 6 de estas tuercas.

8.3.12. Tornillo soportes.

Forma parte del sistema que une un soporte con el otro dejándolo en una posición fija pero regulable.

Se emplean 2 de estos tornillos.

8.3.13. Arandela.

Forma parte del sistema que une un soporte con el otro dejándolo en una posición fija pero regulable.

Se emplean 2 de estas arandelas.

8.3.14. Arandela M3.

Se utiliza como punto de apoyo de la funda del cable (de la que se hablará más adelante) sobre el conjunto del variador.

Hay por tanto 2 arandelas de M3.

8.3.15. Arandela M5.

Se utiliza como punto de apoyo de la funda del cable (de la que se hablará más adelante) sobre el conjunto del variador.

Hay por tanto 2 arandelas de M5.

8.3.16. Carcasa inferior.

Junto con la carcasa superior su función es la de aislar el conjunto del variador de forma que no le entre agua u otros elementos que pudieran ser perjudiciales para el sistema.

También es importante este elemento como elemento de prevención de riesgos, ya que en el interior del variador hay elementos que en funcionamiento pueden causar daños a las personas, de esta forma se impide el contacto involuntario con los elementos interiores.



Ilustración 23: carcasa inferior

8.3.17. Carcasa superior.

Junto con la carcasa inferior su función es la de aislar el conjunto del variador de forma que no le entre agua u otros elementos que pudieran ser perjudiciales para el sistema.

También es importante este elemento como elemento de prevención de riesgos, ya que en el interior del variador hay elementos que en funcionamiento pueden causar daños a las personas, de esta forma se impide el contacto involuntario con los elementos interiores.



Ilustración 24: carcasa superior

8.4. Funda cable.

La función de estos elementos es la de servir de guía para los cables que conectan la palanca con el variador, también los protegen.

Funcionan de forma similar a las fundas de los frenos o el cambio de una bicicleta, de hecho son los mismos elementos cortados a la medida necesaria en este caso.

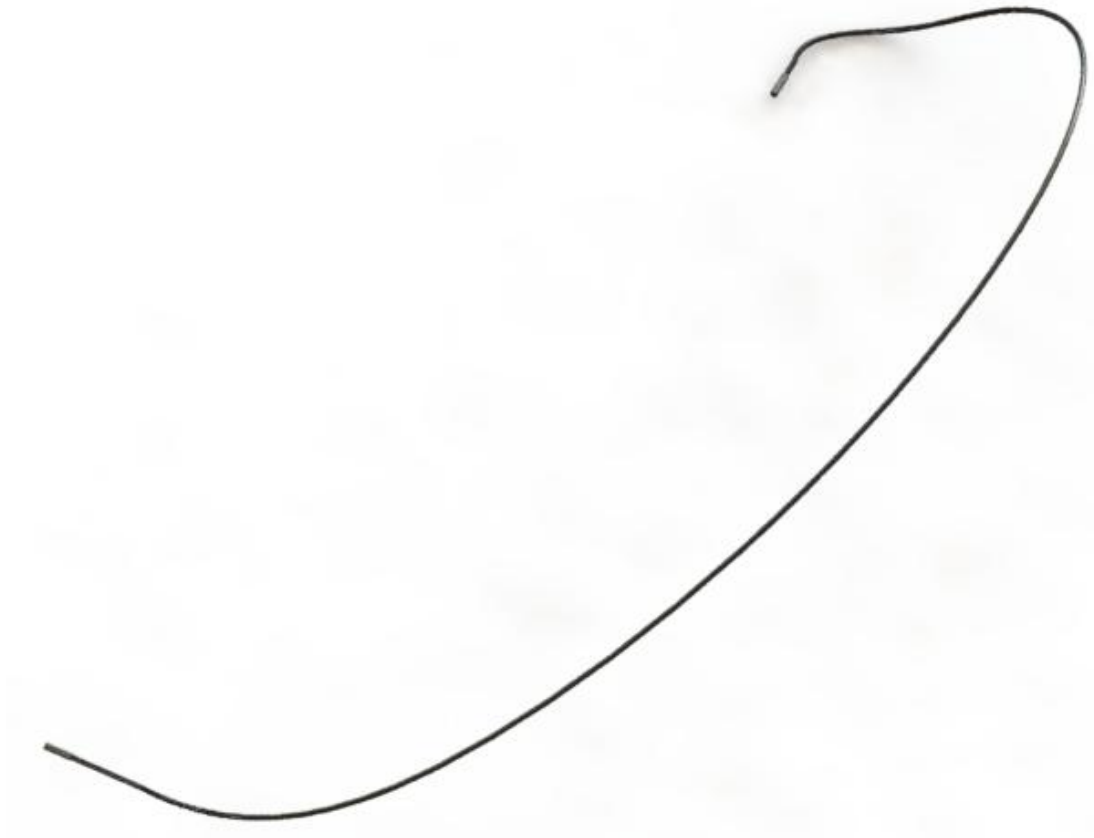


Ilustración 25: funda cable



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Anexos

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	22/07/2017
Fecha de actualización	00/00/2015

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	3
3.	CÁLCULOS.....	4
3.1.	Par máximo en las ruedas.....	4
3.2.	Par mínimo en las ruedas	5
3.3.	Relaciones de transmisión que se pretenden obtener	6
3.4.	Dimensiones del sistema	7
3.5.	Cálculo correa	9
3.5.1.	Esfuerzos transversales	10
3.5.2.	Esfuerzos longitudinales	11
3.6.	Cálculos de resistencia	12
3.6.1.	Polea fija de salida.....	12
3.6.2.	Polea móvil de salida.....	13
3.6.3.	Polea móvil entrada.....	14
3.6.4.	Polea fija entrada.....	15
3.6.5.	Rodamiento 81104 TN.....	15
3.6.6.	Pilotaje.....	17
3.6.7.	Muelle	17
3.6.8.	Soporte izquierdo	17
3.6.9.	Soporte derecho.....	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: coeficientes carga rodamientos

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	curvas de potencia y par motor	4
Ilustración 2:	sección correa.....	8
Ilustración 3:	materiales correa	9
Ilustración 4:	tensiones correa.....	11
Ilustración 5:	análisis estático polea fija salida	12
Ilustración 6:	análisis estático polea móvil salida	13

Ilustración 7: análisis estático polea móvil entrada.....	14
Ilustración 8: análisis estático polea fija entrada.....	15
Ilustración 9: análisis estático pilotaje	17
Ilustración 10: análisis estático soporte izquierdo.....	18
Ilustración 11: análisis estático soporte derecho	19

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado del proyecto se incluyen datos que dependen del resto, pero que se considera conveniente colocar separados debido a su extensión, grado de profundidad o naturaleza.

Los aspectos que se han considerado más importantes para la correcta definición del proyecto y por tanto se han incluido son:

- Documentación de partida.
- Cálculos.

2. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Se pretende diseñar la transmisión de un kart al que se le ha colocado un motor de moto de 4 tiempos (o uno similar), ya que es un motor que no necesita mantenimiento más allá de una comprobación periódica del nivel de aceite.

Aunque el coche no va a ser utilizado para competir se pretende que sus prestaciones sean similares, ya que si no es rápido no será tan divertido pilotarlo.

Será importante a la hora de realizar el diseño pensar cómo va a ser pilotado el vehículo. Normalmente este tipo de vehículos no tienen un pedal de embrague, lo que hace que el mecanismo de embrague tenga que ser automático a la hora de arrancar de parado (ya que aunque no se utilizase una caja de cambios de diferentes relaciones de cambio el motor debe seguir girando con el coche en marcha aunque este no se esté moviendo).

El poder variar la relación de velocidades de salida con respecto a la del motor es fundamental, ya que así se puede conseguir una gran aceleración y maximizar la velocidad punta del vehículo en diferentes condiciones (mayor o menor agarre, pendientes etcétera).

Para la elección del tipo de embrague y caja de cambios, así como para su posterior diseño, es fundamental conocer las curvas de par motor y potencia del motor en función de las revoluciones por minuto (rpm) a las que gira, en este caso el motor colocado podría superar las 4000 rpm y la potencia obtenida sería superior, pero con el fin de aumentar su vida útil se limitará a 4000 rpm.

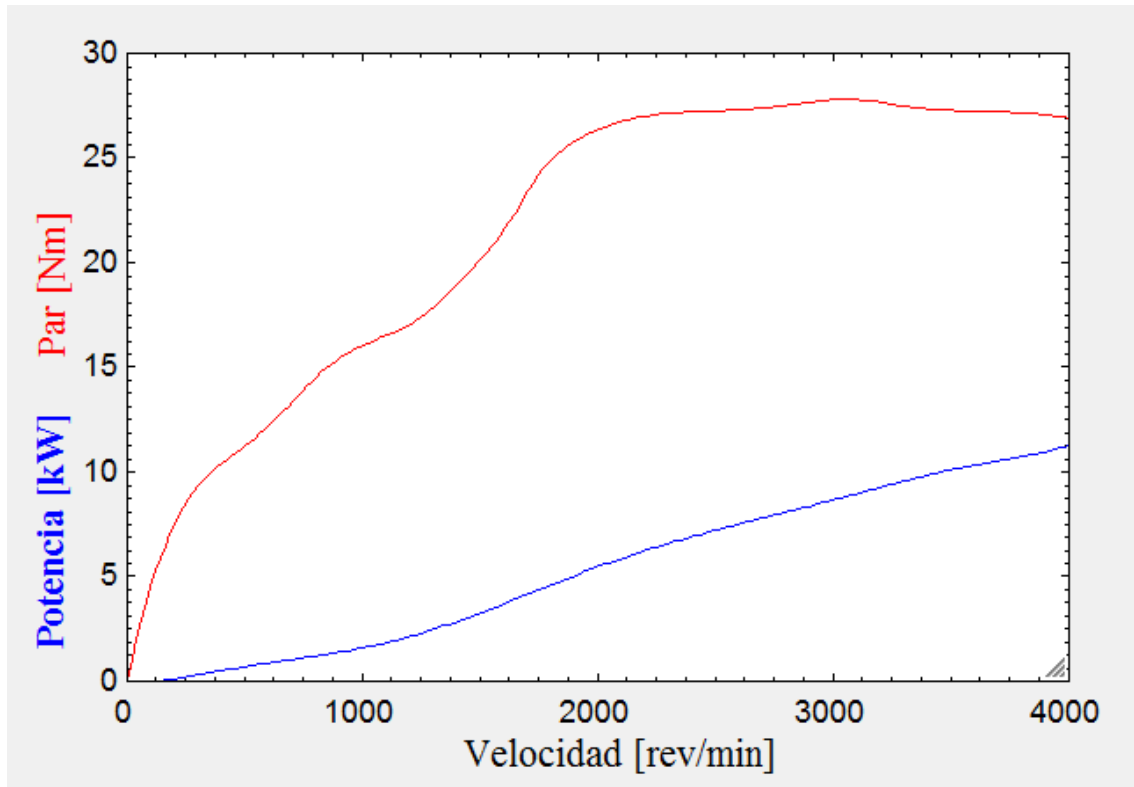


Ilustración 1: curvas de potencia y par motor

Según esto se aprecia que el par se estabiliza en torno a su valor máximo a partir de las 2000 rpm y que la potencia va aumentando hasta alcanzar su valor máximo a 4000 rpm, en este punto la potencia es de 11,27 kW y el par de 26,9 Nm aunque el par no es el máximo que proporciona el motor sí que es cercano a este, por tanto este es el punto en el que más aceleración o velocidad se podrá obtener, ya que por medio de la caja de cambios se podrá aumentar el par de salida con respecto al de entrada reduciendo a su vez la velocidad de giro a la salida con respecto a la de entrada o al contrario.

Las ruedas empleadas pueden variar entre las diferentes que existen en el mercado, tomándose como radio de diseño unos valores comprendidos entre 0,1 y 0,15 metros.

3. CÁLCULOS

3.1. Par máximo en las ruedas

Si a las ruedas llega un excesivo par estas deslizarán, el par máximo en las ruedas viene determinado por la fuerza de rozamiento máxima que puede haber entre neumático y en este caso asfalto (ya que estos coches se pilotan en pistas de asfalto) y por las dimensiones del neumático según la siguiente ecuación:

$$T_{max} = F_R * r$$

$T_m \rightarrow$ Par máximo para que no deslice el neumático

$F_R \rightarrow$ Fuerza de rozamiento máxima en las condiciones más favorables (la máxima que podría ser) de esta forma si el coche circula en condiciones de máximo agarre el par será el máximo posible y si no es así el piloto podrá variar la relación de velocidades hasta llevarlo al límite que permita la pista.

$r \rightarrow$ Radio del neumático, los neumáticos más grandes que se comercializan son de radio 150 mm, por tanto 0,15 m

La fuerza de rozamiento máxima se calcula según la siguiente fórmula (se considera que no hay pendiente, ya que las pistas de karting no presentan grandes desniveles):

$$F_R = \mu * W * g$$

$\mu \rightarrow$ Coeficiente de rozamiento asfalto neumático, en este caso con asfalto seco y neumático nuevo y tomando el valor máximo aproximado, en este caso un coeficiente de 0,9

$W \rightarrow$ Peso del vehículo que se apoya en la parte trasera (neumáticos traseros, donde se aplica el par), en este caso el peso máximo será el que haga que la fuerza de rozamiento sea mayor, como depende del peso del piloto, de si va cargado de combustible etcétera se considerará un peso máximo de 100 kg

Por tanto:

$$F_R = 0,9 * 100 * 9,81 = 882,9 \text{ N suma de las fuerzas de los 2 neumáticos traseros}$$

$$T_{max} = 882,9 * 0,15 = 132,44 \text{ Nm}$$

Se realiza el mismo cálculo en las condiciones más desfavorables:

$$r = 0,1 \text{ con neumáticos muy pequeños}$$

$$\mu = 0,65 \text{ con neumático usado y pista húmeda}$$

$$W = 90 \text{ kg peso mínimo, con el coche sin combustible y un piloto que pese poco}$$

$$F_R = 0,65 * 90 * 9,81 = 573,89 \text{ N suma de las fuerzas de los 2 neumáticos traseros}$$

$$T_{max} = 573,89 * 0,1 = 57,389 \text{ Nm}$$

Este último cálculo se ha realizado porque es importante comprobar que el par mínimo de salida que se puede obtener sea inferior a este, ya que si no lo fuera el coche nunca traccionaría a máximas revoluciones en estas condiciones.

Con este cálculo se ve la importancia de colocar una caja de cambios, ya que transmitiendo directamente el par del motor a las ruedas o con una sola posición de relación de transmisión el rango de par aplicado sería muy limitado y la aceleración no sería la mejor en diferentes circunstancias de agarre.

3.2. Par mínimo en las ruedas

Cuando el vehículo alcance su velocidad máxima (que en principio no se sabe exactamente cuál será) habrá unos esfuerzos a vencer para mantener esa velocidad, esfuerzos provocados tanto por el arrastre como por rozamientos entre los diferentes elementos mecánicos, estos esfuerzos frenan el avance, por tanto el par en las ruedas motrices deberá ser tal que se oponga a esos rozamientos.

Cuanto menor se pueda hacer el par mínimo en las ruedas mejor, ya que así la velocidad punta del vehículo será mayor, porque $P = T * w$.

En este caso para calcular los esfuerzos a vencer solo se tendrá en cuenta el arrastre producido por el aire, ya que así se minoran las fuerzas a vencer, de esta forma en condiciones normales no se utilizará la máxima relación de velocidades sino que se utilizará una algo menor,

así cuando el vehículo se encuentre en condiciones de máxima velocidad en una pequeña pendiente descendente aun quedarán relaciones de cambio mayores por tanto la velocidad punta será mayor en ese caso, de esta forma se asegura que la velocidad es siempre la máxima posible según las condiciones de la pista.

La fuerza de arrastre en general responde a la siguiente ecuación:

$$F_d = \frac{c_d * \rho * v^2 * A}{2}$$

Donde c_d es el coeficiente de arrastre (que depende de la forma del vehículo), ρ en este caso es la densidad del aire, v es la velocidad del vehículo con respecto al aire (aproximadamente la velocidad del vehículo) y A es el área de referencia, en este caso el área frontal proyectada del vehículo.

Como se puede apreciar en la fórmula la velocidad es un factor importante a tener en cuenta y en principio no es conocida, ya que dependerá de la fuerza de arrastre, pero no será un problema ya que como se ha explicado se va a trabajar con un valor de fuerza de arrastre menor que el real, por tanto se tomará un valor de velocidad menor del que se espera conseguir.

La fuerza de arrastre medida en vehículos similares es de 400 N para una velocidad de 110 km/h, al sustituir el motor el embrague y la caja de cambios estos valores serán aproximadamente los mismos ya que la superficie de referencia y el coeficiente de arrastre no varían prácticamente nada.

$$T_{min} = F_d * r$$

El radio que hace el par el mínimo posible es el del neumático más pequeño posible (0,1 metros de radio), para este radio queda el siguiente valor de par mínimo:

$$T_{min} = 40 Nm$$

3.3. Relaciones de transmisión que se pretenden obtener

La velocidad de giro tanto a la entrada como a la salida responde a la ecuación:

$$P = T * w$$

De esta forma tanto el par como la velocidad de giro estarán relacionados y limitados por la potencia que esté produciendo el motor. Como es posible cambiar par por velocidad y al contrario, variando la relación de velocidades de la caja de cambios, lo correcto será realizar el diseño de la caja de cambios para la potencia máxima, de esta forma se obtendrán los valores máximos posibles de aceleración y velocidad punta.

La mayor relación de velocidades será la que ofrezca el par mínimo de salida (40 Nm) con el par de entrada a las rpm en las que el motor ofrece la potencia máxima, según las curvas de potencia y par motor el par de entrada para este cálculo será de 26,9 Nm.

Teniendo en cuenta que en un sistema de transmisión por poleas:

$$r_v = \frac{T_{entrada}}{T_{salida}}$$

Queda una relación de transmisión máxima de:

$$r_{v,max} = \frac{26,9}{40} = 0,673$$

La menor relación de velocidades será la que haga que el par a la salida sea el calculado como par máximo (132,44 Nm) con el par a la entrada a 4000 rpm (26,9 Nm), por tanto la relación de transmisión mínima será:

$$r_{v,min} = \frac{20,9}{132,44} = 0,203$$

3.4. Dimensiones del sistema

Para obtener las dimensiones de correa y poleas en primer lugar se fija el valor de diámetro mínimo del cono de entrada en 4 cm de diámetro (no conviene que este sea muy pequeño, ya que si la correa se dobla demasiado podría romperse), lo siguiente es calcular el diámetro de salida cuando la relación de transmisión es la mínima:

$$r_{v,min} = \frac{d_{1,min}}{d_{2,max}}$$
$$0,203 = \frac{4}{d_{2,max}} \rightarrow d_{2,max} = 19,7 \text{ cm}$$

Para calcular los diámetros cuando la relación de transmisión es la máxima se tiene en cuenta que la longitud de la correa es siempre la misma (aunque se sabe que se puede estirar ligeramente, pero esto para este momento del cálculo no se tiene en cuenta, se considera despreciable), por tanto a partir de la geometría se obtiene la relación primero entre la longitud de la correa, el radio de entrada y el radio de salida y posteriormente como se tiene la relación de transmisión que se pretende obtener se elimina el radio de entrada de la ecuación sustituyéndolo por el producto del radio de salida por la relación de transmisión, de esta forma queda la siguiente ecuación:

$$L = \pi * (r_v * r_2 + r_2) + \frac{(r_2 - r_v * r_2)^2}{d} + 2 * d$$

Donde:

$L \rightarrow$ Longitud de la correa (longitud de su línea neutra).

$r_v \rightarrow$ Relación de transmisión.

$r_2 \rightarrow$ Radio de salida.

$d \rightarrow$ Distancia entre centros de las poleas.

Lo primero es establecer la distancia entre centros, en este caso se ha establecido una distancia y una vez calculado todo se ha modificado para que las poleas con sus diámetros reales queden lo más cerca posible sin tocarse, de esta forma se establece la distancia entre centros final en 170 mm.

Con esta distancia establecida se procede a calcular la longitud, para ello se emplean los datos de relación de transmisión mínima y sus diámetros, calculados anteriormente, quedando un valor de longitud de correa de 748,4 mm.

Con este dato, la relación de transmisión máxima que se pretende obtener y la distancia entre centros que se ha establecido ya se puede obtener mediante la ecuación anterior el radio de

salida en condiciones de máxima relación de transmisión y por tanto también el diámetro en estas condiciones, quedando un valor de diámetro de 154 mm, que será el diámetro de salida mínimo.

A partir de este valor y de la relación de transmisión mínima se obtiene el diámetro de entrada máximo, cuyo valor es de 103,6 mm.

Hay que tener en cuenta que las medidas de los diámetros mencionadas se corresponden a las de la línea neutra, por tanto para un dimensionado correcto de las poleas se tiene que tener en cuenta la sección de la correa, que es la siguiente:

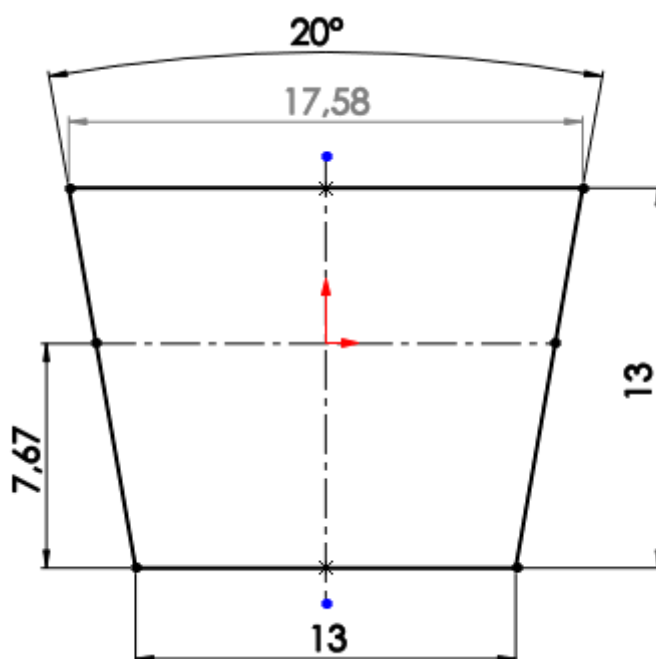


Ilustración 2: sección correa

Además también se dejará un cierto margen porque la correa puede deformarse o que su longitud real una vez fabricada no sea exactamente la deseada.

A la hora de dimensionar la sección de la correa se ha tenido en cuenta que el ángulo de esta debe ser lo más pequeño posible para que la fuerza que ejerzan las poleas sobre ella se aproveche al máximo para evitar deslizamiento y que no provoque excesivas deformaciones, pero sobre todo se ha hecho tan pequeño porque si se hace grande parte inferior de una polea tocaría con la otra al juntarse.

También cabe destacar que si la sección es muy estrecha los conos de la polea se tocarán antes de juntarse lo suficiente y que si es muy ancha su línea neutra estará más arriba con respecto a la parte de debajo de la correa y por tanto no habrá espacio suficiente para los diámetros pequeños de giro (ya que por dentro va el mecanismo que une un lado de la polea con el otro).

Tampoco se puede reducir en exceso su altura, ya que entonces la superficie de contacto no sería suficiente y se aumenta el riesgo de deslizamiento.

Se ha valorado la posibilidad de ampliar el diámetro mínimo establecido anteriormente en 4 cm para hacer todo el sistema más grande y así poder aumentar la altura de la sección y puede

que emplear una sección comercial, pero se ha desechado debido a que el conjunto de la caja quedaría muy grande un todas sus dimensiones y no tendría sentido para este tipo de vehículo (no solo por dimensiones sino también por peso).

Por tanto como no existe en el mercado una correa con una sección de estas características se debe fabricar una correa a medida.

3.5. Cálculo correa

Los materiales en que se fabricará la correa se han elegido debido a sus características y a que son algunos de los más utilizados por los fabricantes, son los siguientes:

- Caucho policloropreno Vulcanizado:

Módulo de elasticidad = 7 MPa

$S_y = 25 - 38$ MPa

Coefficiente de poisson = 0,5

- Fibra de vidrio clase S-2:

Módulo elasticidad longitudinal = 45000 MPa

Módulo de elasticidad transversal = 12000 MPa

$S_u = 4890$ MPa

Coefficiente de poisson = 0,19

- Recubrimiento de tela mixta de algodón y poliéster:

Se considera un coeficiente de rozamiento de 0,85 entre este material y la polea, (en realidad será mayor, pero se tomará este valor ya que así se tiene un cierto margen que evita el deslizamiento).

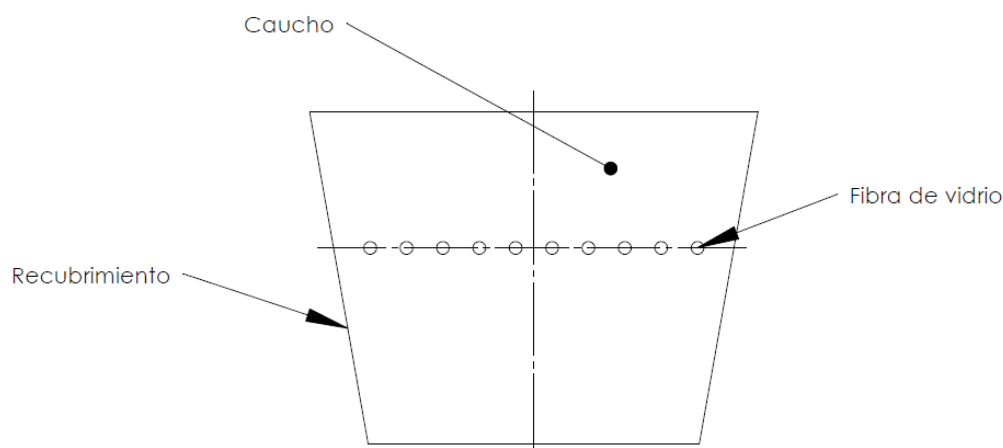


Ilustración 3: materiales correa

Lo primero a tener en cuenta una vez establecida la sección son las fuerzas laterales mínimas que serán necesarias para evitar el deslizamiento de la correa.

La fuerza de rozamiento debe ser suficiente para transmitir el par de la polea a la correa en la entrada y al contrario a la salida. En este caso el punto crítico es a la entrada, ya que es cuando el diámetro es menor y por tanto mayor será la fuerza por unidad de superficie.

$$T = F * r$$

$$F_{r,min} = \frac{T_{max}}{r_{min}} = 134,5 \text{ N}$$

Lo siguiente es calcular la normal que hay que ejercer para que la fuerza de rozamiento sea esa:

$$F_{r,min} = \mu * N_{min}$$

$$N_{min} = 158,235 \text{ N}$$

La fuerza mínima que debe ejercer el muelle es por tanto:

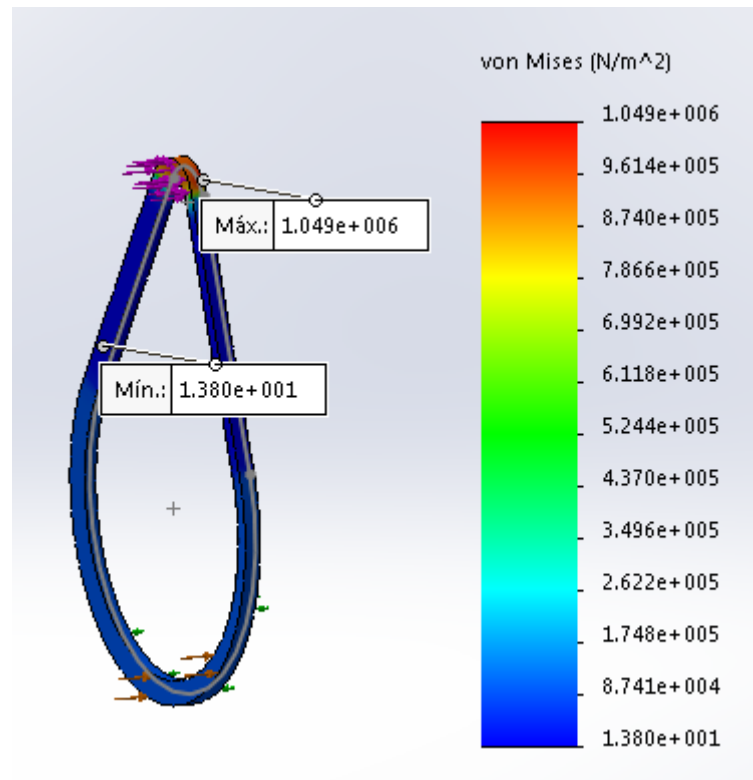
$$F_{m,min} = \frac{N_{min}}{\cos(10)} = 160,676 \text{ N}$$

El muelle se selecciona teniendo en cuenta este valor mínimo y en función del muelle seleccionado y su posición en su punto más retraído se obtiene la fuerza máxima que hará este, un valor importante a la hora de diseñar la correa, en este caso es de 471 N.

El cálculo de esfuerzos en la correa se simulará mediante la aproximación de que la tensión transversal la soporta la parte de caucho de la correa, mientras que los esfuerzos longitudinales son soportados por la fibra de vidrio.

3.5.1. Esfuerzos transversales

En este caso para el cálculo se ha sobrestimado la fuerza transversal, aplicando una fuerza de 500 N en un lado de la correa (una en cada polea) y sus reacciones iguales en la cara opuesta, con esto se asegura que soportará los esfuerzos transversales, como se ve a continuación:

**Ilustración 4: tensiones correa**

Como el límite elástico a compresión del material es de cómo mínimo 25 MPa y se ha calculado un máximo de tensión resultante de 1MPa, se deduce que soporta perfectamente las tensiones transversales que se pueden producir.

3.5.2. Esfuerzos longitudinales

Se pretende calcular las dimensiones y número de fibras de vidrio necesarias para soportar los esfuerzos longitudinales.

Se considera que el diámetro de cada fibra debe ser como máximo 50 veces menor que el diámetro mínimo que se pretende que adopte la correa, por tanto se toma un valor de 0,5 mm por fibra. De esta forma la correa será lo suficientemente flexible como para adoptar la posición de diámetro mínimo exigida para esta aplicación.

Al estar moviéndose la correa cada punto de la misma no recibirá la misma carga a lo largo del tiempo, por tanto los esfuerzos serán variables. Por eso el cálculo de las fibras de la correa debe ser a fatiga.

Los valores de carga empleados para el cálculo serán de 180 N a tracción y 36 N a compresión, de esta forma se calculará con un gran margen el número de ciclos que puede soportar la correa y por tanto su vida útil.

Debido a que los valores introducidos de carga son superiores a los que habrá realmente se sabe que la vida útil de la correa será mayor de lo calculado.

Una vez realizado el estudio por el método de Soderberg empleando el programa Solidworks Simulator, se obtiene que a partir de 7 fibras el número de ciclos que soportan es tan alto que se

considera que su vida es infinita, por tanto se colocarán 10 fibras en la línea neutra de la correa para asegurar su correcto funcionamiento durante su vida útil.

De esta forma el estiramiento máximo calculado de la correa es de 1,5 mm, lo que hace que la precisión a la hora de seleccionar la relación de transmisión sea muy grande.

3.6. Cálculos de resistencia

Para el diseño de la correa ya se ha tenido en cuenta la resistencia ante los diferentes esfuerzos a los que se va a ver sometida, por tanto no se incluirá en este apartado.

Para el resto de componentes se emplearán modelos similares a las piezas reales y se resolverán con el software Solidworks Simulation, en otros casos se resolverán mediante cálculo de diferentes formas en función del elemento a calcular.

3.6.1. Polea fija de salida

Fundamentalmente la polea fija recibe la carga de la correa y está apoyada en un rodamiento en su extremo.

En este caso al modelo empleado se le aplica una carga de 500 N (mayor de la que realmente se generará, así se calcula con mayor margen de seguridad) en la posición de mayor diámetro, ya que ahí es donde mayores esfuerzos va a generar en la polea.

Se fija la cara en la que va a ir apoyada en el engranaje y se realiza el análisis estático, los resultados obtenidos son los siguientes:

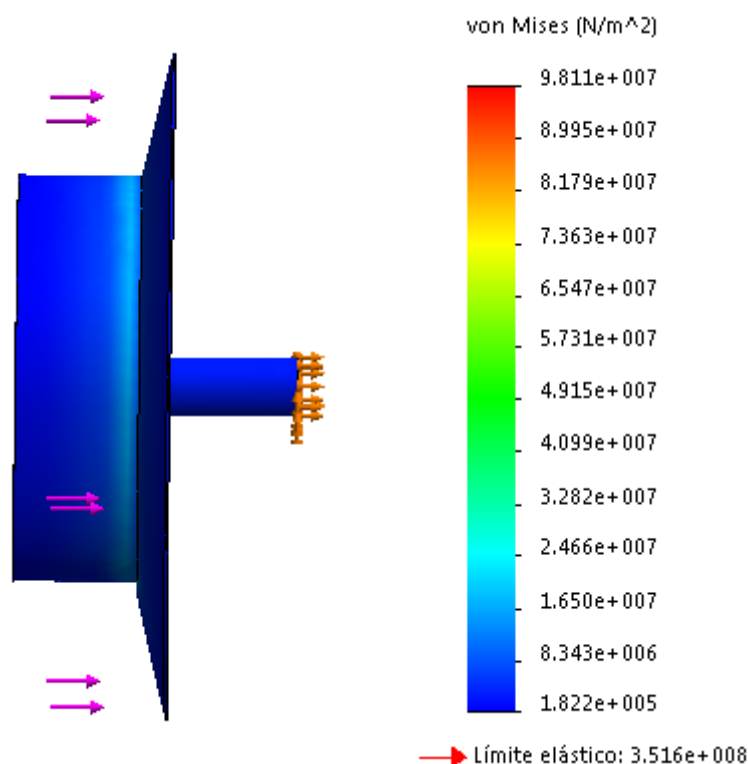


Ilustración 5: análisis estático polea fija salida

Al estar moviéndose la polea cada punto de la misma no recibirá la misma carga a lo largo del tiempo, por tanto los esfuerzos serán variables y resulta necesario calcular a fatiga.

Este cálculo se realiza por el método de Soderberg para una carga que varía entre el valor máximo del análisis estático y cero.

Resolviendo este análisis se obtiene que la resistencia del elemento es tan grande que su vida a fatiga se considera infinita.

3.6.2. Polea móvil de salida

Fundamentalmente la polea fija recibe la carga de la correa y está apoyada en un rodamiento en su extremo.

En este caso al modelo empleado se le aplica una carga de 500 N (mayor de la que realmente se generará, así se calcula con mayor margen de seguridad) en la posición de mayor diámetro, ya que ahí es donde mayores esfuerzos va a generar en la polea.

Se fija la cara en la que va a ir apoyada en el engranaje y se realiza el análisis estático, los resultados obtenidos son los siguientes:

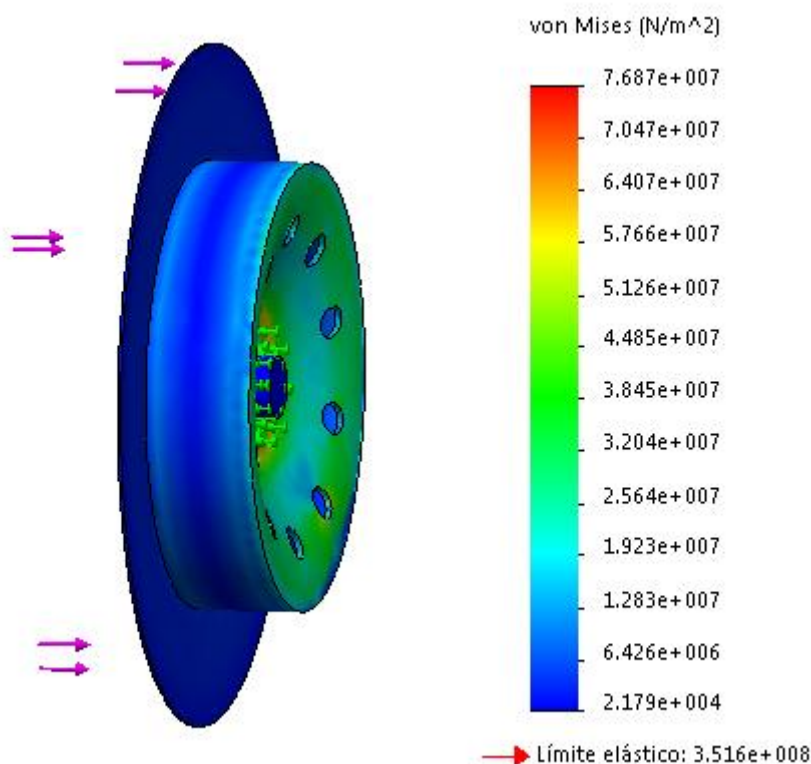


Ilustración 6: análisis estático polea móvil salida

Al estar moviéndose la polea cada punto de la misma no recibirá la misma carga a lo largo del tiempo, por tanto los esfuerzos serán variables y resulta necesario calcular a fatiga.

Este cálculo se realiza por el método de Soderberg para una carga que varía entre el valor máximo del análisis estático y cero.

Resolviendo este análisis se obtiene que la resistencia del elemento es tan grande que su vida a fatiga se considera infinita.

3.6.3. Polea móvil entrada

Fundamentalmente la polea móvil recibe la carga de la correa y está apoyada en un rodamiento en su extremo.

En este caso al modelo empleado se le aplica una carga de 500 N (mayor de la que realmente se generará, así se calcula con mayor margen de seguridad) en la posición de mayor diámetro, ya que ahí es donde mayores esfuerzos va a generar en la polea.

Se fija la cara en la que va a ir apoyada en el engranaje y se realiza el análisis estático, los resultados obtenidos son los siguientes:

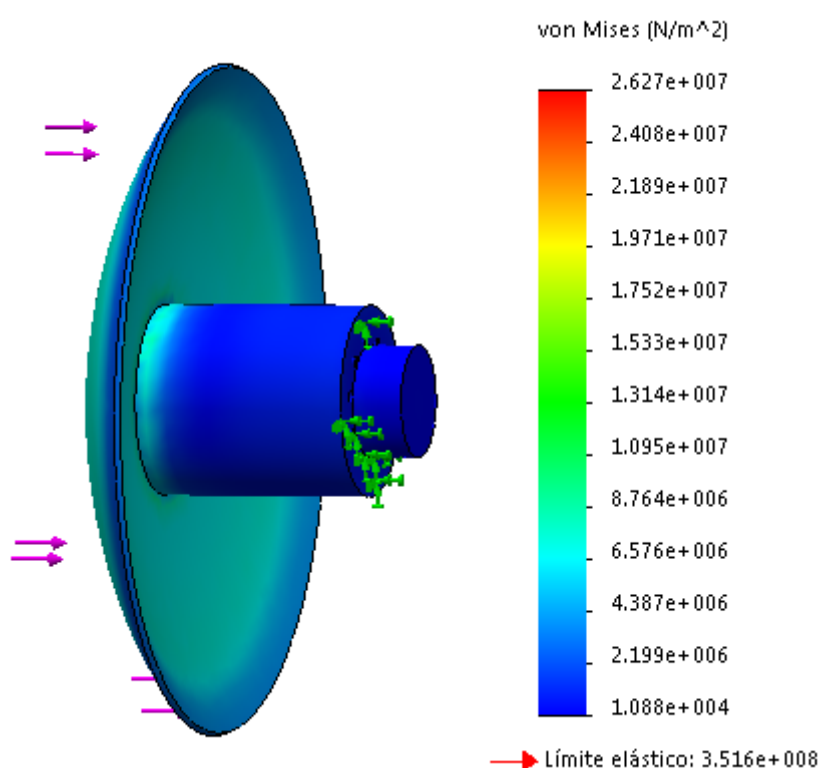


Ilustración 7: análisis estático polea móvil entrada

Al estar moviéndose la polea cada punto de la misma no recibirá la misma carga a lo largo del tiempo, por tanto los esfuerzos serán variables y resulta necesario calcular a fatiga.

Este cálculo se realiza por el método de Soderberg para una carga que varía entre el valor máximo del análisis estático y cero.

Resolviendo este análisis se obtiene que la resistencia del elemento es tan grande que su vida a fatiga se considera infinita.

3.6.4. Polea fija entrada

Fundamentalmente la polea móvil recibe la carga de la correa y está apoyada en un rodamiento en su extremo.

En este caso al modelo empleado se le aplica una carga de 500 N (mayor de la que realmente se generará, así se calcula con mayor margen de seguridad) en la posición de mayor diámetro, ya que ahí es donde mayores esfuerzos va a generar en la polea.

Se fija la cara en la que va a ir apoyada en el engranaje y se realiza el análisis estático, los resultados obtenidos son los siguientes:

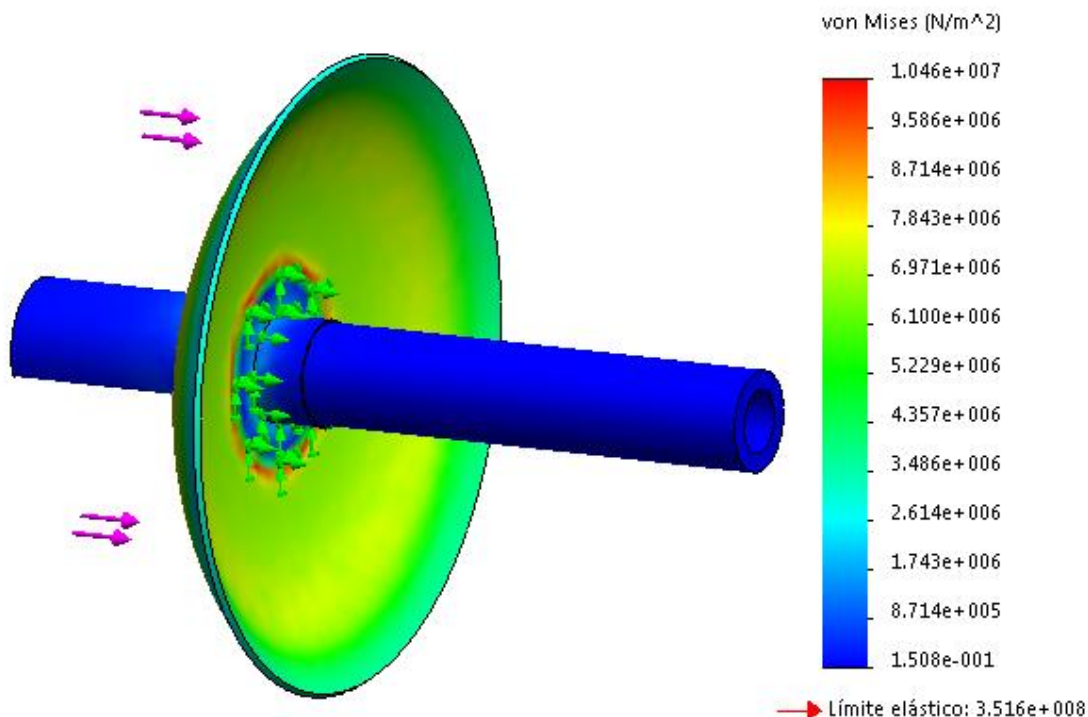


Ilustración 8: análisis estático polea fija entrada

Al estar moviéndose la polea cada punto de la misma no recibirá la misma carga a lo largo del tiempo, por tanto los esfuerzos serán variables y resulta necesario calcular a fatiga.

Este cálculo se realiza por el método de Soderberg para una carga que varía entre el valor máximo del análisis estático y cero.

Resolviendo este análisis se obtiene que la resistencia del elemento es tan grande que su vida a fatiga se considera infinita.

3.6.5. Rodamiento 81104 TN

Se calculará la vida útil del rodamiento en las condiciones de máxima carga y velocidad posibles, estas son: 4000 rpm de velocidad de giro, 500 N de carga axial y 30 N de carga radial.

La vida útil según la norma ISO 281:2007 es:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Donde:

L_{10} → Vida útil del rodamiento en millones de ciclos.

C → Capacidad de carga dinámica.

P → Carga dinámica equivalente.

p → Exponente de vida.

La capacidad de carga dinámica la da el fabricante, depende del rodamiento, en este caso es de 18,6 kN.

El exponente de vida para rodamientos de rodillos presenta un valor de 3,3333.

Y la carga dinámica equivalente se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = X * F_r + Y * F_a$$

Donde:

F_r → Fuerza radial.

F_a → Fuerza axial.

Los coeficientes X e Y se obtienen empleando la siguiente tabla obtenida de la información proporcionada por el fabricante, para entrar en la tabla es necesario el valor de capacidad de carga estática básica (C_0), este es proporcionado por el fabricante, en este caso presenta un valor de 48 kN, por tanto:

		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
$\frac{F_a}{C_0}$	e	X	Y	X	Y
0,014	0,19	1	0	0,56	2,30
0,021	0,21	1	0	0,56	2,15
0,028	0,22	1	0	0,56	1,99
0,042	0,24	1	0	0,56	1,85
0,056	0,26	1	0	0,56	1,71
0,07	0,27	1	0	0,56	1,63
0,084	0,28	1	0	0,56	1,55
0,110	0,30	1	0	0,56	1,45
0,17	0,34	1	0	0,56	1,31
0,28	0,38	1	0	0,56	1,15
0,42	0,42	1	0	0,56	1,04

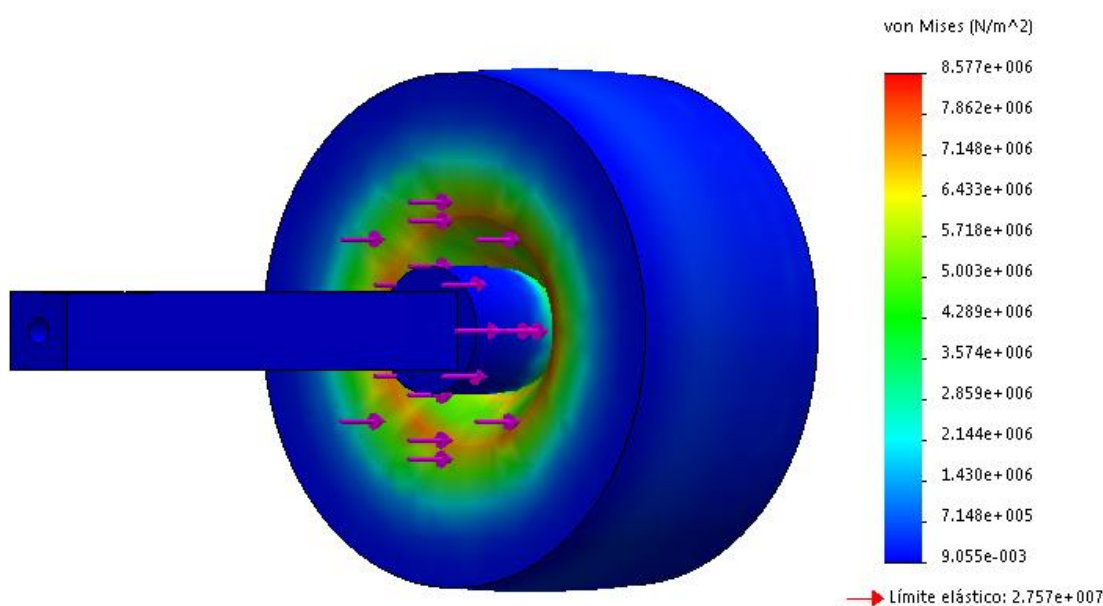
0,56	0,44	1	0	0,56	1
------	------	---	---	------	---

Tabla 1: coeficientes carga rodamientos

Con todo esto se obtiene una vida para el rodamiento de 10195,0278 millones de ciclos, lo que quiere decir que puede estar funcionando a velocidad máxima durante 42479 horas un 90% de las veces. Lo que se considera un valor aceptable, por tanto el rodamiento es válido para esta aplicación.

3.6.6. Pilotaje

Para este elemento se realiza un análisis estático, para ello se introduce una carga de 500 N en el modelo en el lugar donde va apoyado el muelle y se fija el otro extremo, los resultados son los siguientes:


Ilustración 9: análisis estático pilotaje

Como se puede apreciar soporta perfectamente los esfuerzos a los que está sometido.

3.6.7. Muelle

No se considera necesario realizar ningún análisis de resistencia del muelle ya que trabaja en los valores de carga establecidos por el fabricante y no está sometido a cargas que varíen muy rápidamente en el tiempo de forma continua.

3.6.8. Soporte izquierdo

Las cargas introducidas en el modelo en este caso son las de 500 N provocadas por cada uno de los muelles y como restricciones las sujeciones de los tornillos que unen un soporte con el otro.

No se han limitado los desplazamientos en los apoyos que unirían el soporte al chasis, ya que el montaje del variador se hará sin estar anclado al chasis y en ese momento también tiene que ser capaz de soportar los esfuerzos, una vez se anclen los soportes al chasis el coeficiente de seguridad será mayor.

En la siguiente imagen se puede apreciar el estudio realizado:

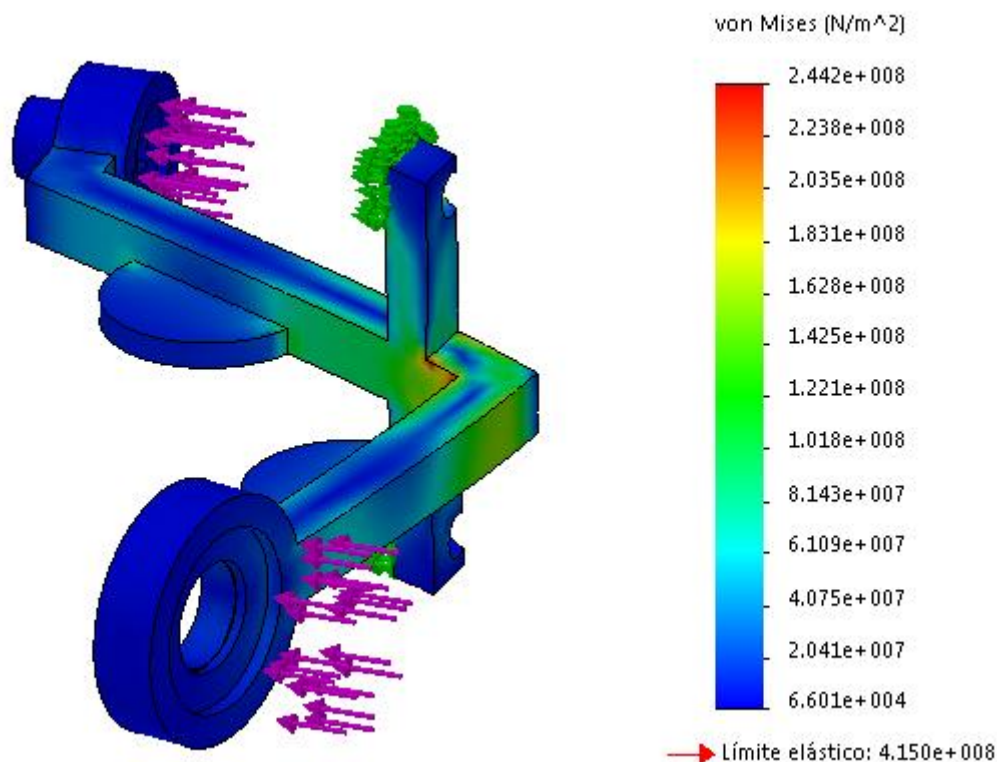


Ilustración 10: análisis estático soporte izquierdo

Como se puede apreciar soporta los esfuerzos aplicados en condiciones de máxima carga y con la menor cantidad de apoyos que presentará.

3.6.9. Soporte derecho

Las cargas introducidas en el modelo en este caso son las de 500 N provocadas por cada uno de los muelles y como restricciones las sujeciones de los tornillos que unen un soporte con el otro.

No se han limitado los desplazamientos en los apoyos que unirían el soporte al chasis, ya que el montaje del variador se hará sin estar anclado al chasis y en ese momento también tiene que ser capaz de soportar los esfuerzos, una vez se anclen los soportes al chasis el coeficiente de seguridad será mayor.

En la siguiente imagen se puede apreciar el estudio realizado:

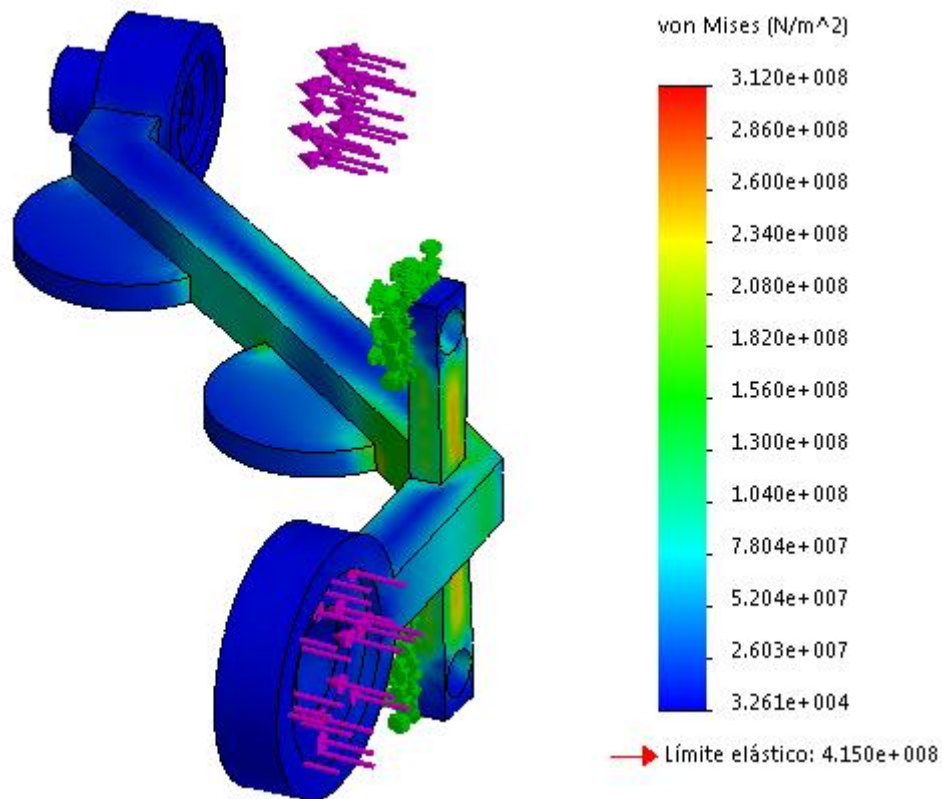


Ilustración 11: análisis estático soporte derecho

Como se puede apreciar soporta los esfuerzos aplicados en condiciones de máxima carga y con la menor cantidad de apoyos que presentará.

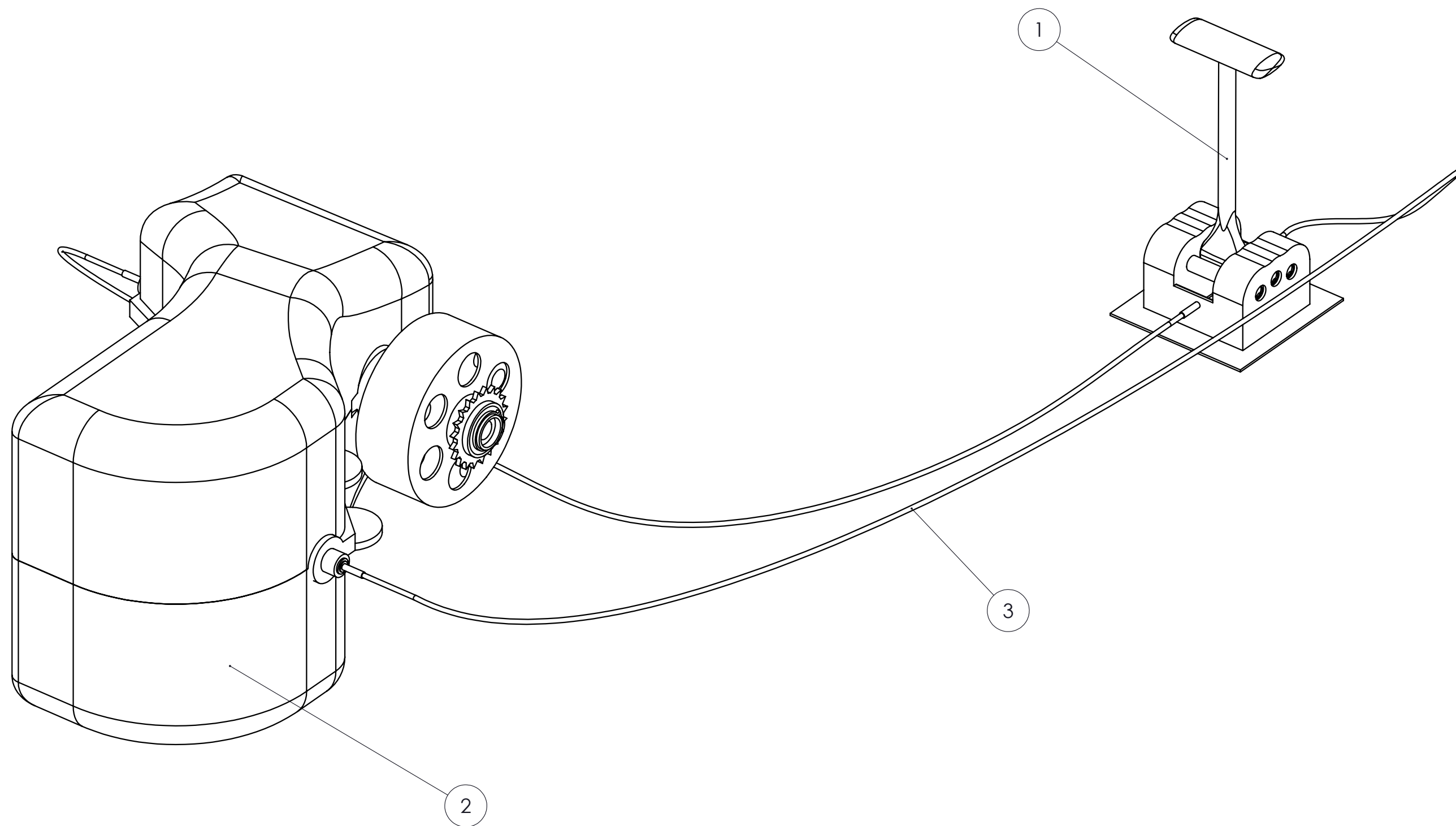


**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**



Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

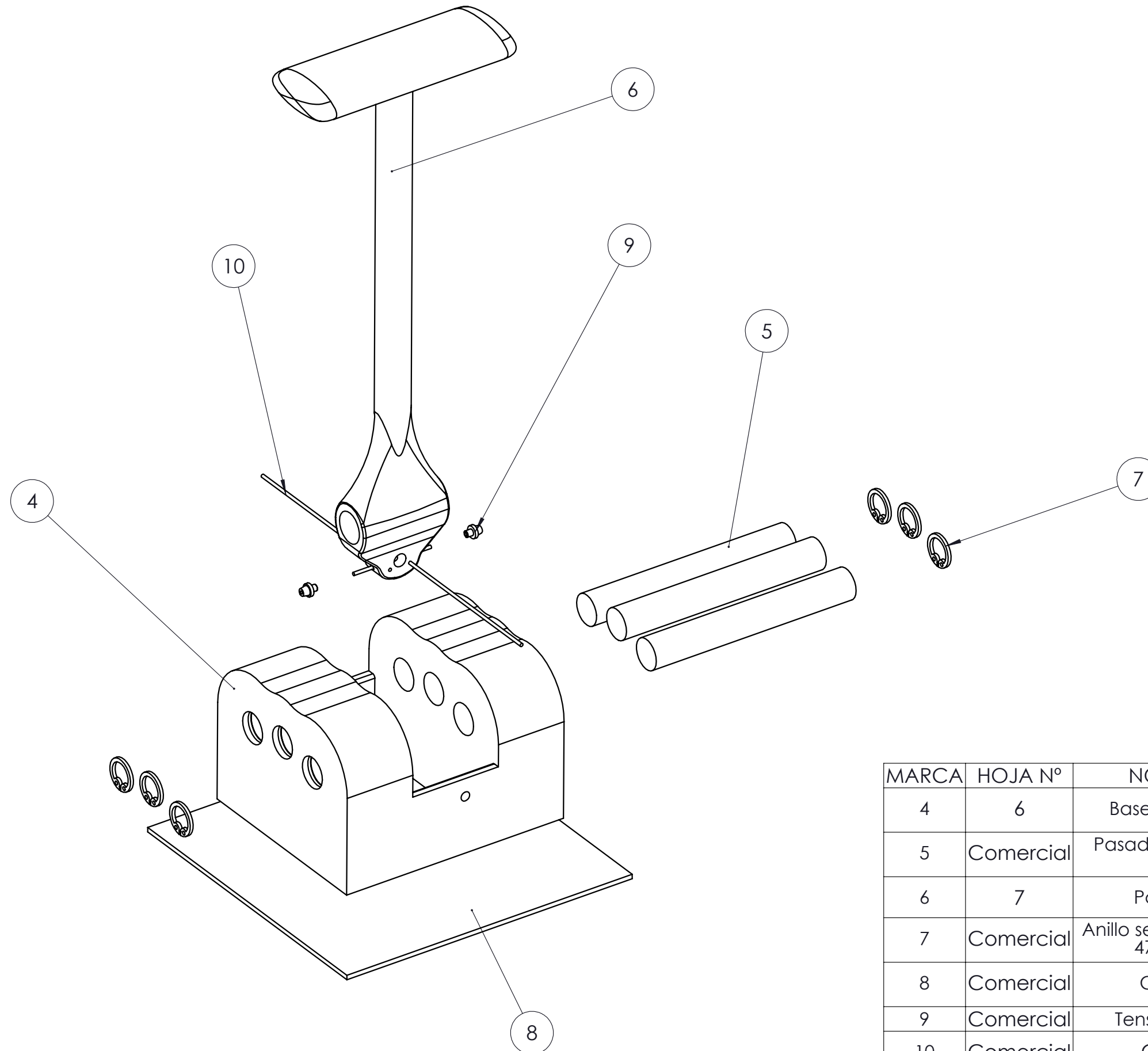
Planos

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	22/07/2016
Fecha de actualización	03/09/2017



MARCA	HOJA N°	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	2	Conjunto palanca		1
2	3, 4 y 5	Conjunto variador		1
3	Comercial	Funda cable	Dinter 4 Funda de Cable cambio 4 mm	2

	Dibujado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Título: CONJUNTO COMPLETO	Marca: 0	Escala: 7:18
	Comprobado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Proyecto: TRANSMISIÓN KART	Hoja número: 1 de 16	Proyección: 



MARCA	HOJA N°	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
4	6	Base palanca	Aluminio aleación 1060	1
5	Comercial	Pasador DIN 6325 10x70	Acero templado 10x70 m6 DIN 6325	3
6	7	Palanca	Aluminio aleación 1060	1
7	Comercial	Anillo seguridad DIN 472 10x1	Acero inoxidable 10x1 DIN 472	6
8	Comercial	Chapa	Acero inoxidable 100x100x1	1
9	Comercial	Tensor cable	Dinter M2	2
10	Comercial	Cable	Cable de cambio Dinter 4	2



Dibujado por:
Fernando Ruiz Mendaza

Fecha:
05/09/2017

Título:
CONJUNTO PALANCA

Comprobado por:
Fernando Ruiz Mendaza

Fecha:
05/09/2017

Proyecto:
TRANSMISIÓN KART

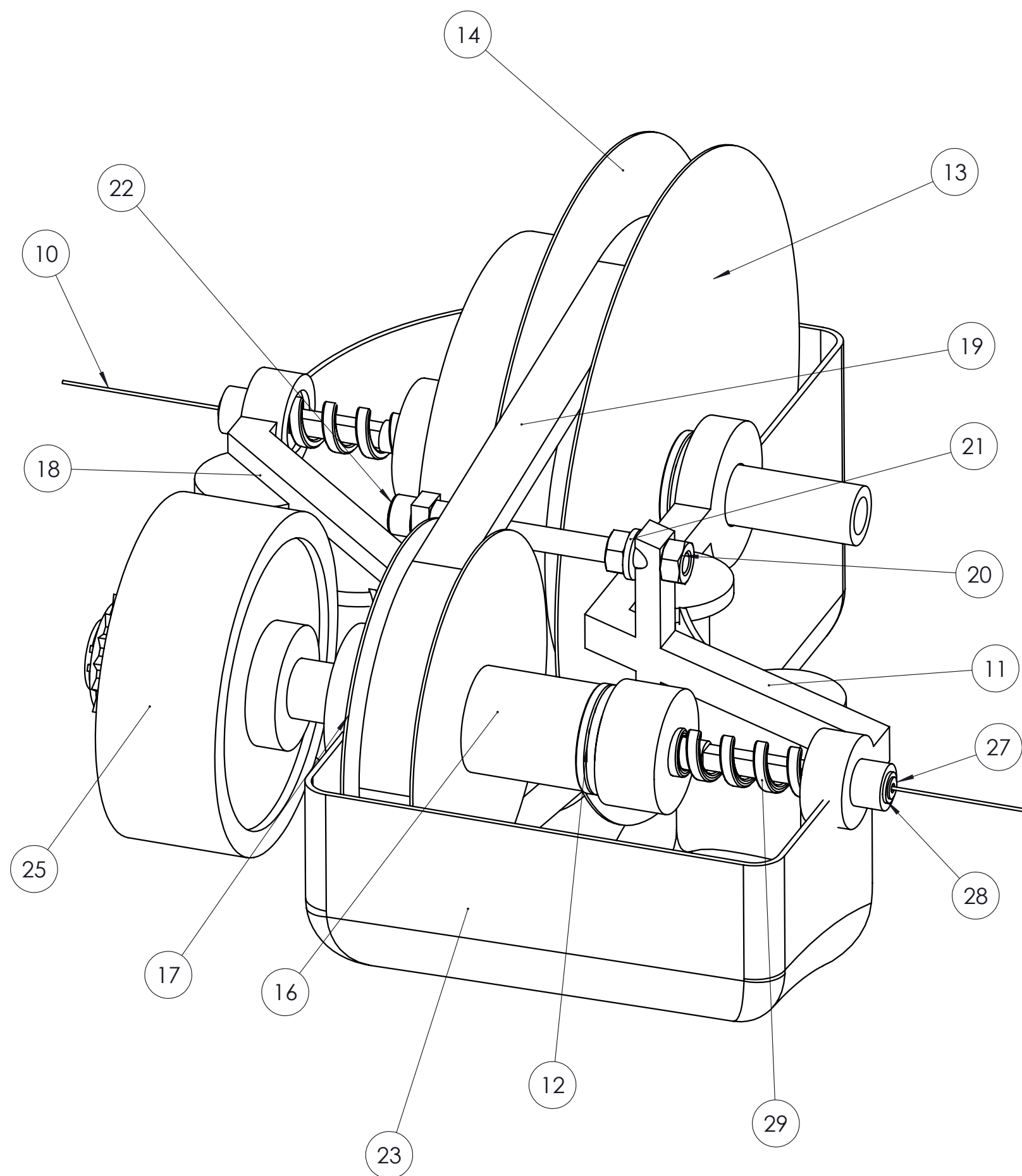
Marca:
1

Escala:
4:5

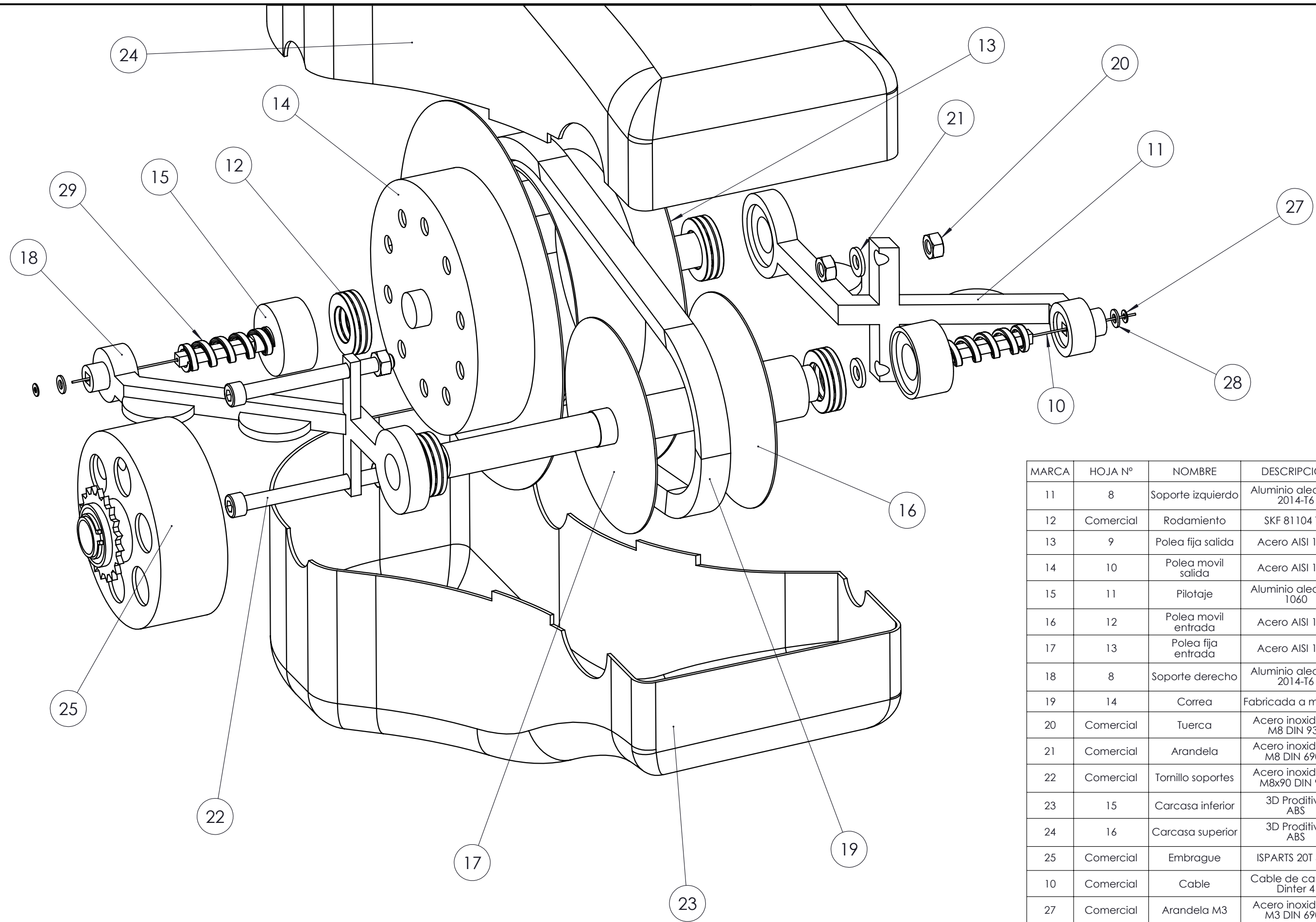
Hoja número:
2 de 16

Proyección:
1st Angle

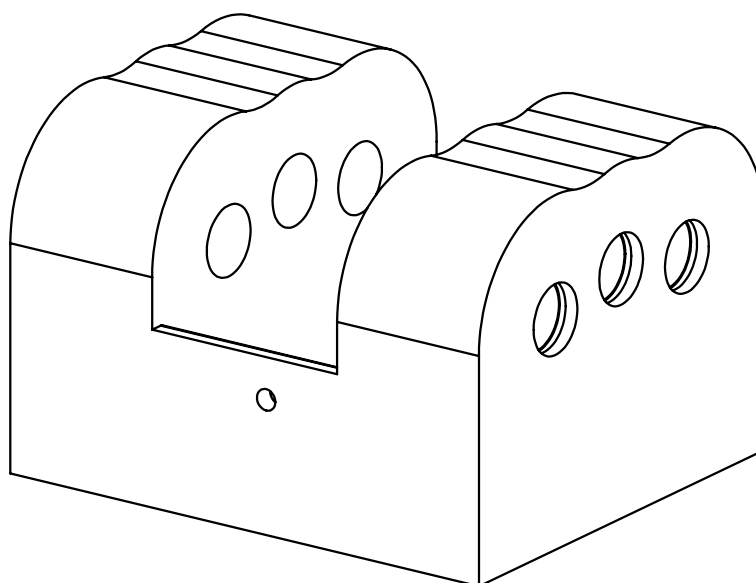
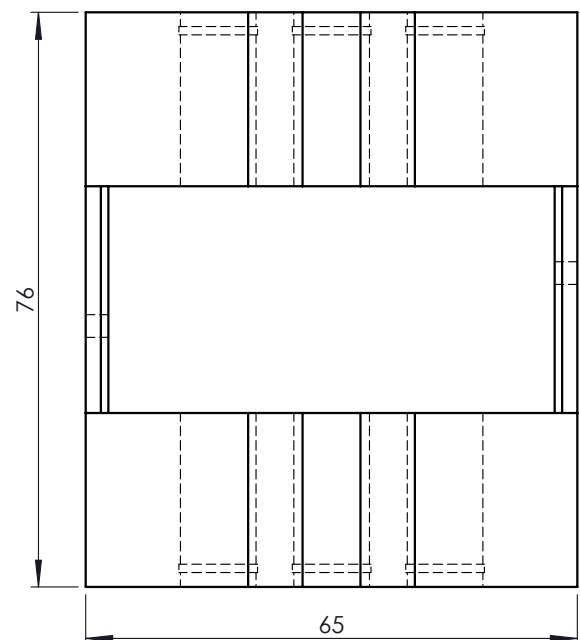
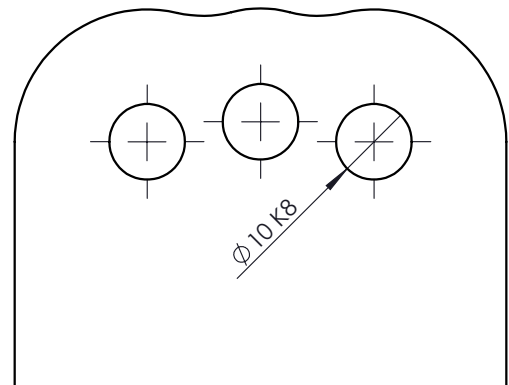
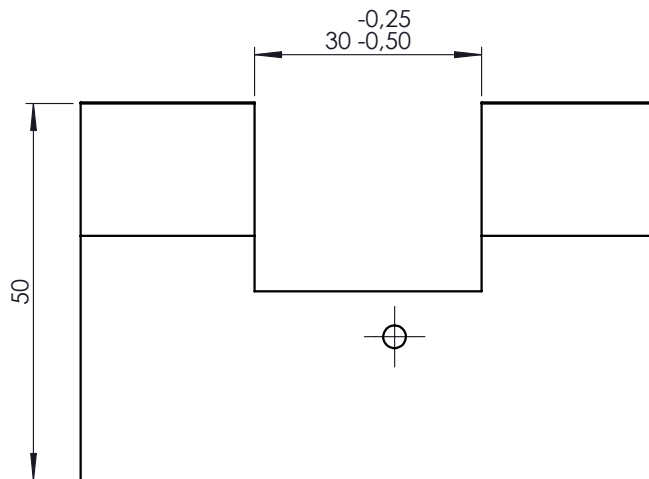





MARCA	HOJA N°	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
11	8	Soporte izquierdo	Aluminio aleación 2014-T6	1
12	Comercial	Rodamiento	SKF 81104 TN	4
13	9	Polea fija salida	Acero AISI 1020	1
14	10	Polea movil salida	Acero AISI 1020	1
15	11	Pilotaje	Aluminio aleación 1060	2
16	12	Polea movil entrada	Acero AISI 1020	1
17	13	Polea fija entrada	Acero AISI 1020	1
18	8	Soporte derecho	Aluminio aleación 2014-T6	1
19	14	Correa	Fabricada a medida	1
20	Comercial	Tuerca	Acero inoxidable M8 DIN 934	6
21	Comercial	Arandela	Acero inoxidable M8 DIN 6902	2
22	Comercial	Tornillo soportes	Acero inoxidable M8x90 DIN 912	2
23	15	Carcasa inferior	3D Proditive ABS	1
24	16	Carcasa superior	3D Proditive ABS	1
25	Comercial	Embrague	ISPARTS 20T 3/4"	1
10	Comercial	Cable	Cable de cambio Dinter 4	2
27	Comercial	Arandela M3	Acero inoxidable M3 DIN 6902	2
28	Comercial	Arandela M5	Acero inoxidable M5 DIN 6902	2
29	Comercial	Resorte	Schweizer WZ-200511	2

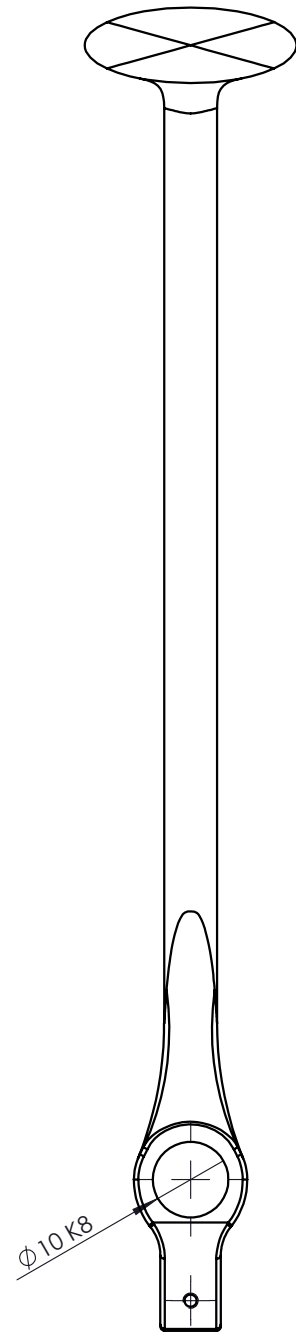
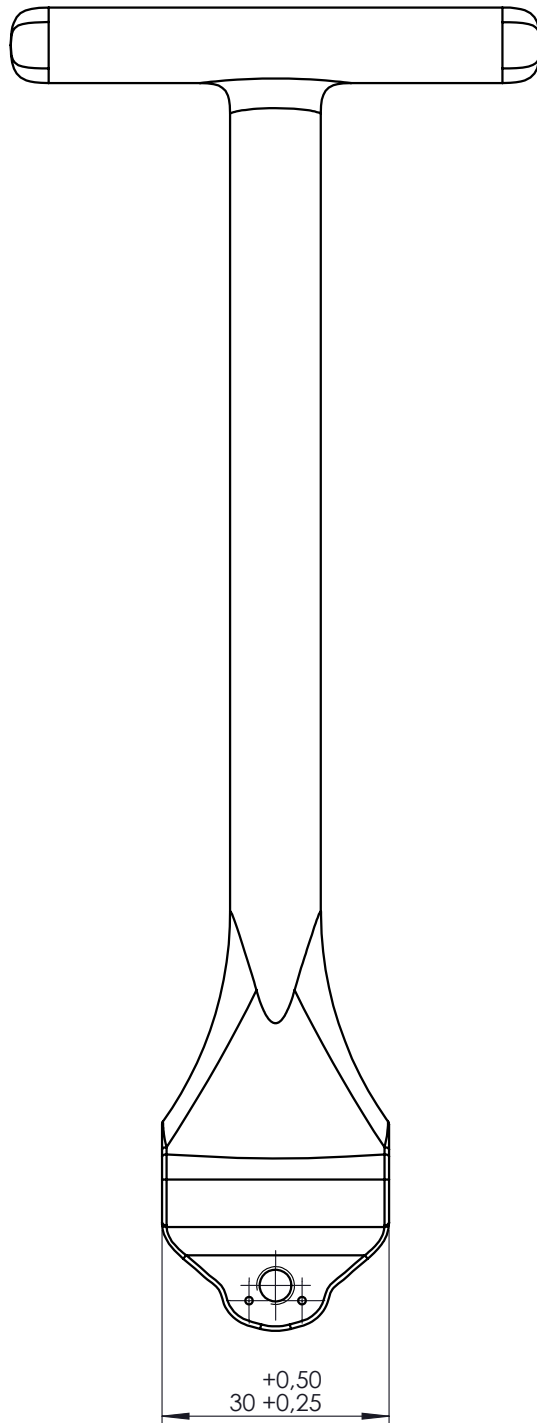


MARCA	HOJA N°	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
11	8	Soporte izquierdo	Aluminio aleación 2014-T6	1
12	Comercial	Rodamiento	SKF 81104 TN	4
13	9	Polea fija salida	Acero AISI 1020	1
14	10	Polea movil salida	Acero AISI 1020	1
15	11	Pilotaje	Aluminio aleación 1060	2
16	12	Polea movil entrada	Acero AISI 1020	1
17	13	Polea fija entrada	Acero AISI 1020	1
18	8	Soporte derecho	Aluminio aleación 2014-T6	1
19	14	Correa	Fabricada a medida	1
20	Comercial	Tuerca	Acero inoxidable M8 DIN 934	6
21	Comercial	Arandela	Acero inoxidable M8 DIN 6902	2
22	Comercial	Tornillo soportes	Acero inoxidable M8x90 DIN 912	2
23	15	Carcasa inferior	3D Proditive ABS	1
24	16	Carcasa superior	3D Proditive ABS	1
25	Comercial	Embrague	ISPARTS 20T 3/4"	1
10	Comercial	Cable	Cable de cambio Dinter 4	2
27	Comercial	Arandela M3	Acero inoxidable M3 DIN 6902	2
28	Comercial	Arandela M5	Acero inoxidable M5 DIN 6902	2
29	Comercial	Resorte	Schweizer WZ-200511	2





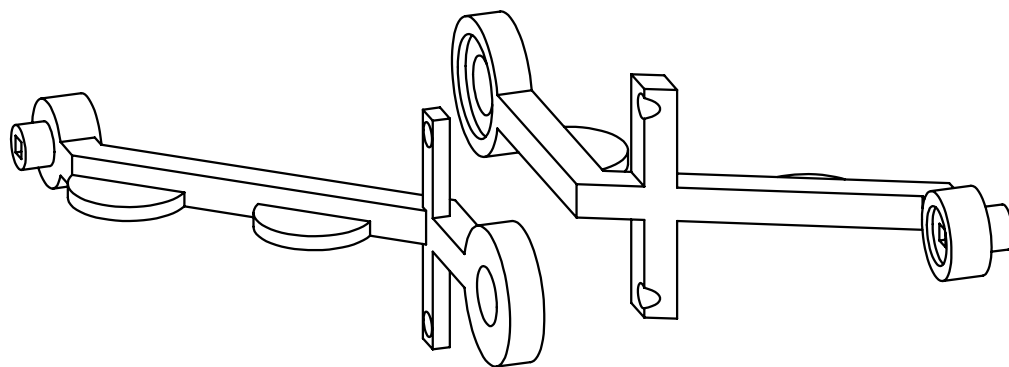
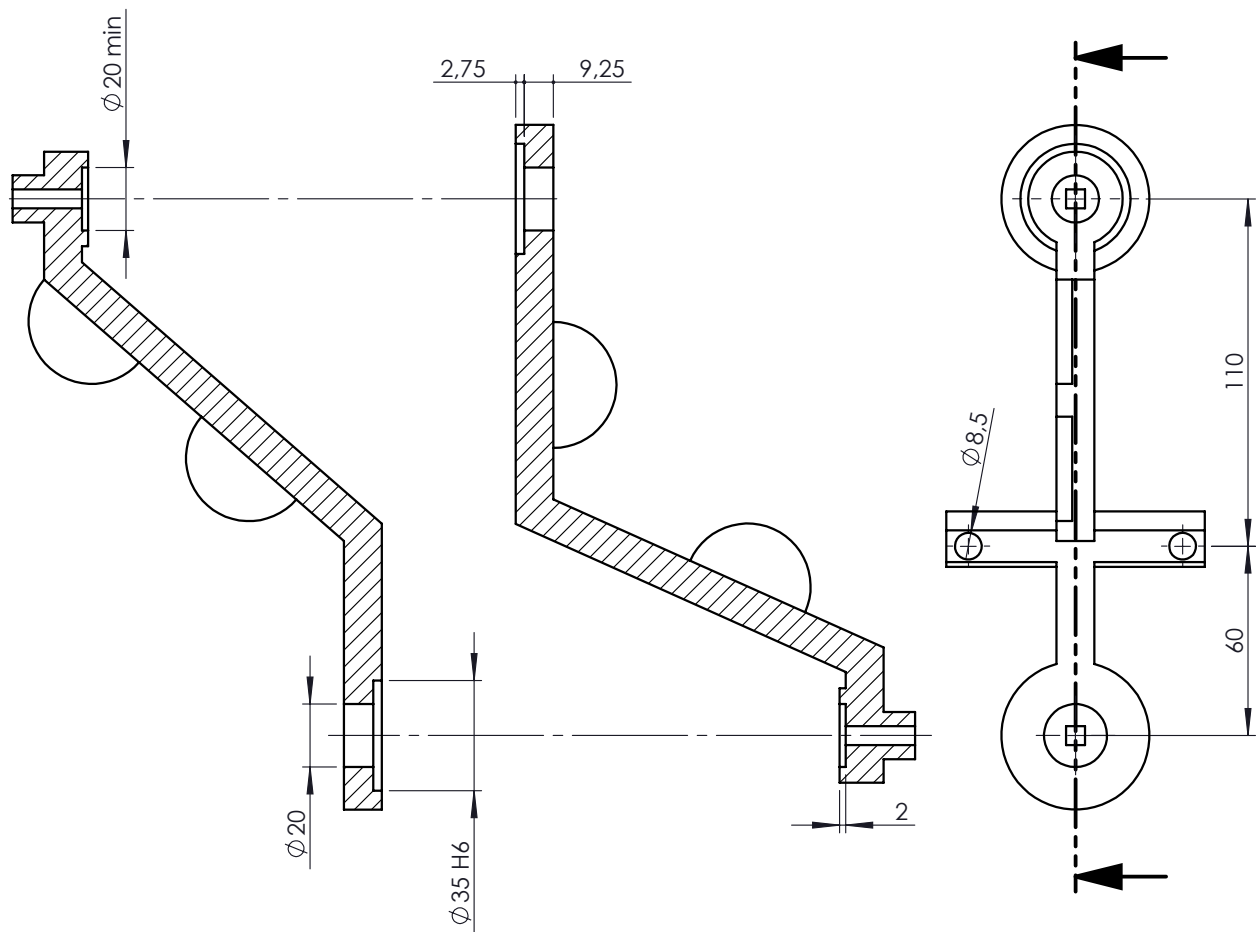
Fabricado por
fundición y lo
acotado
mecanizado

	Dibujado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Título: BASE PALANCA	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca: 4	Escala: 1:1
	Comprobado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Proyecto: TRANSMISIÓN KART	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número: 6 de 16	Proyección: 





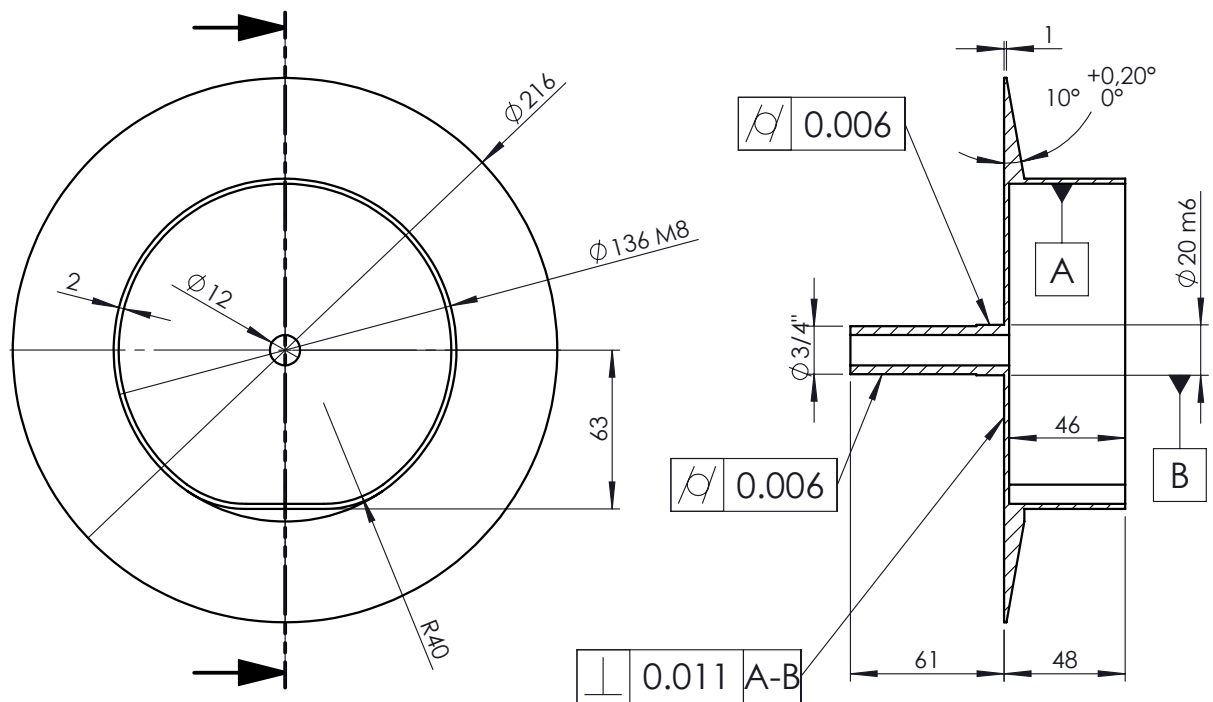
Fabricado por
fundición y lo
acotado
mecanizado

	Dibujado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Título: PALANCA	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca: 6	Escala: 1:1
	Comprobado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Proyecto: TRANSMISIÓN KART	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número: 7 de 16	Proyección: 





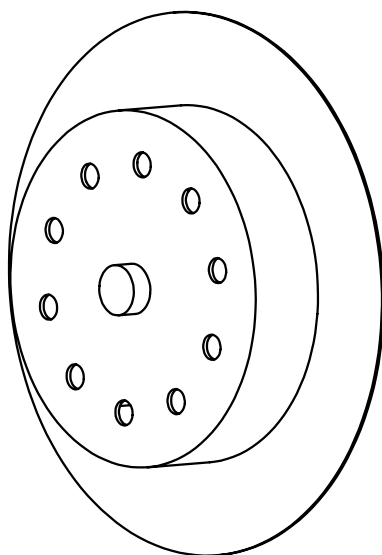
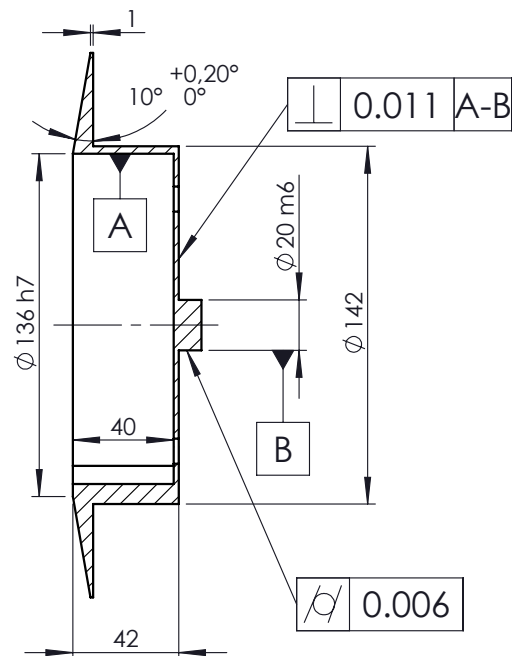
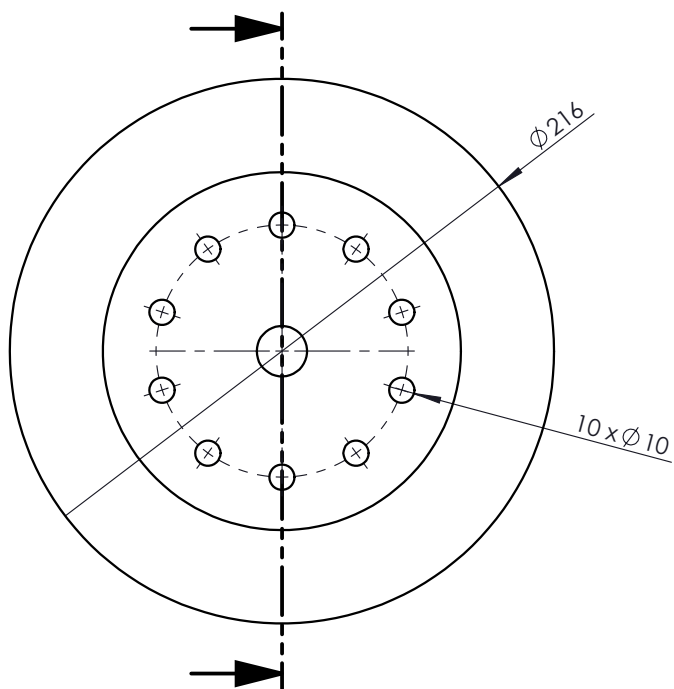
Fabricado por
fundición y lo
acotado
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	SOPORTE COMPLETO		11 y 18	1:2.5
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		8 de 16	





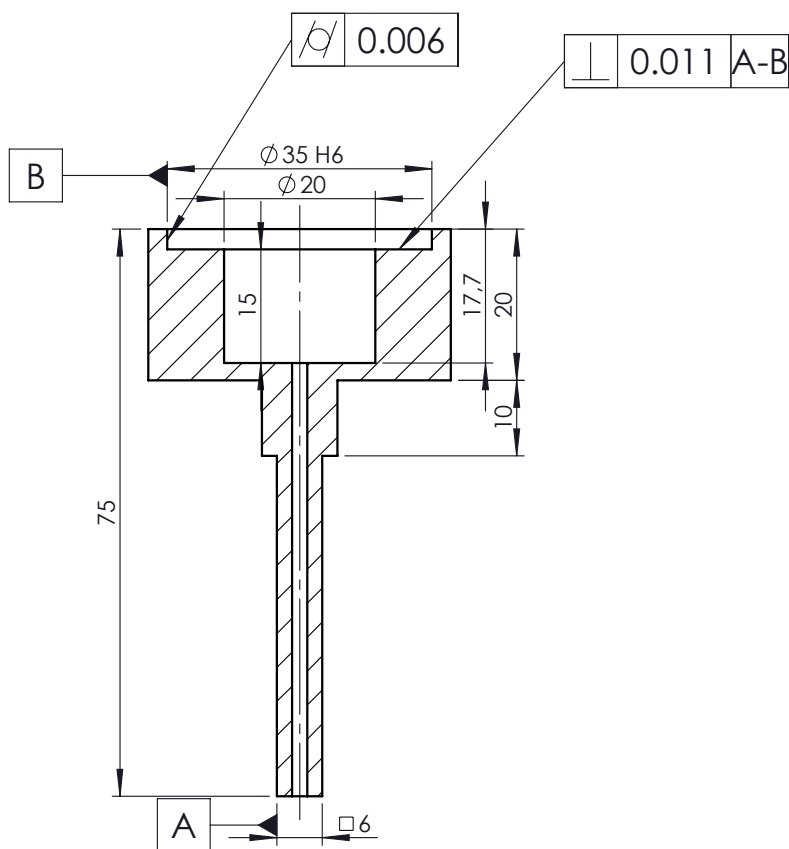
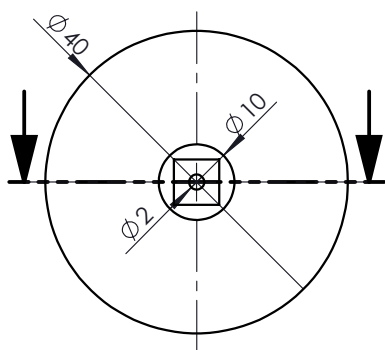
Fabricado por
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma:	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	POLEA FIJA SALIDA	U.N.E.	13	1:3
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		9 de 16	



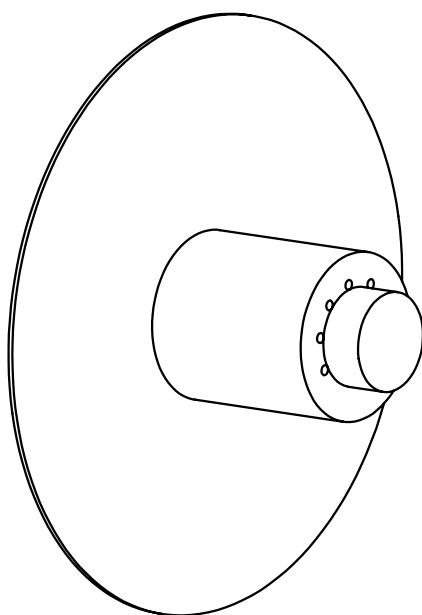
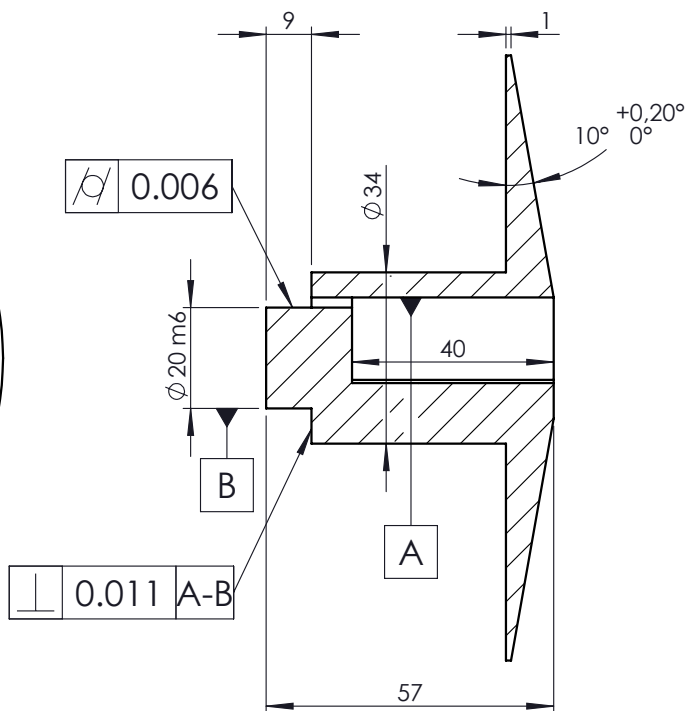
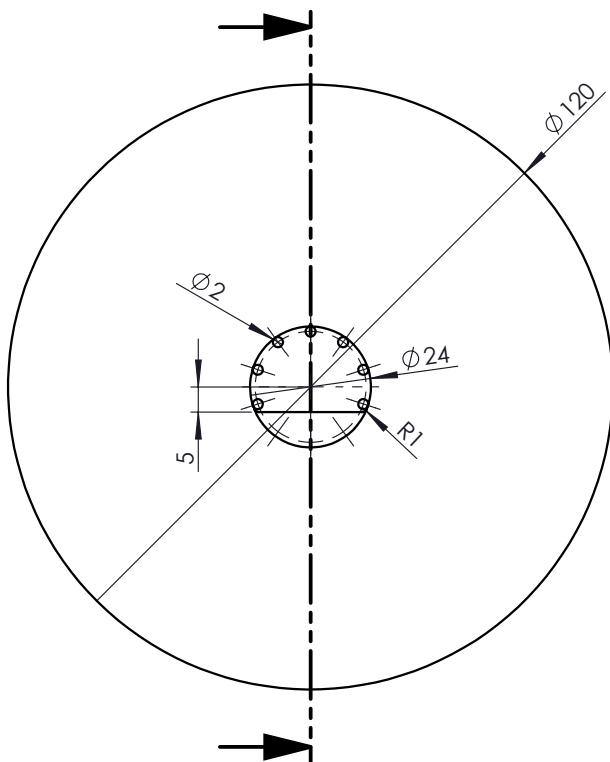
Fabricado por
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma:	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	POLEA MÓVIL SALIDA	U.N.E.	14	1:3
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		10 de 16	



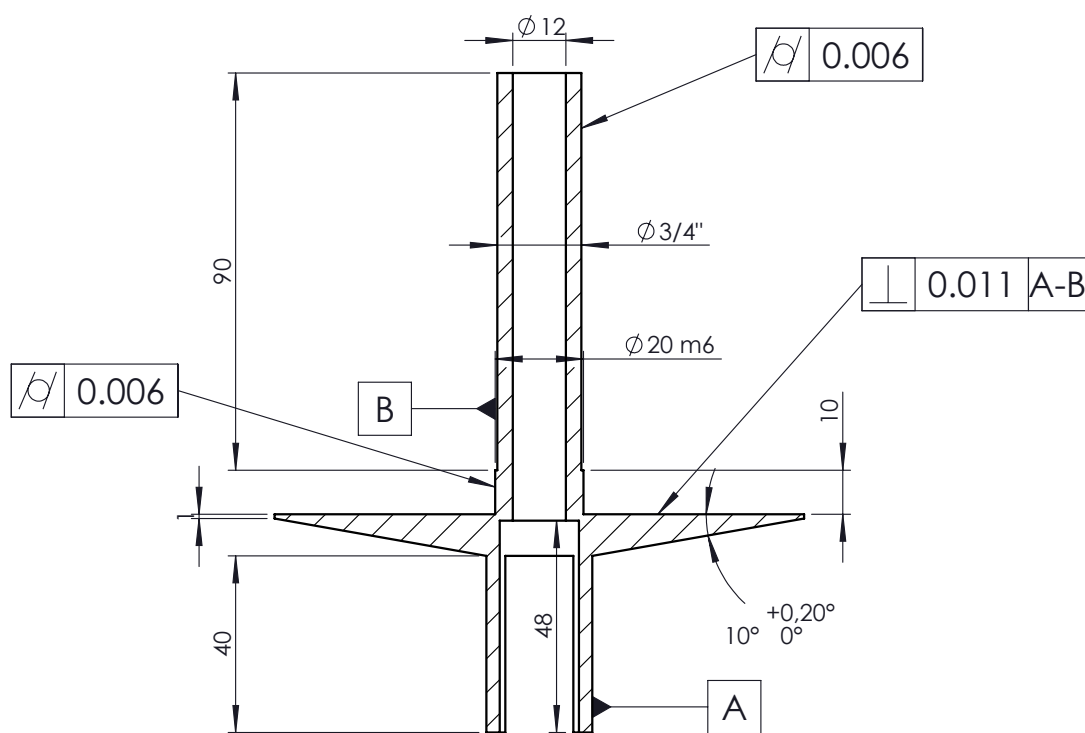
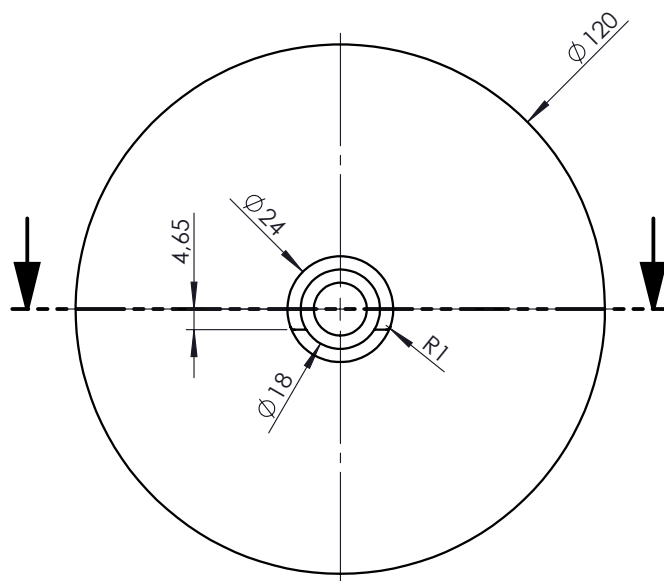
Fabricado por
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma:	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	PILOTAJE	U.N.E.	15	1:1
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		11 de 16	





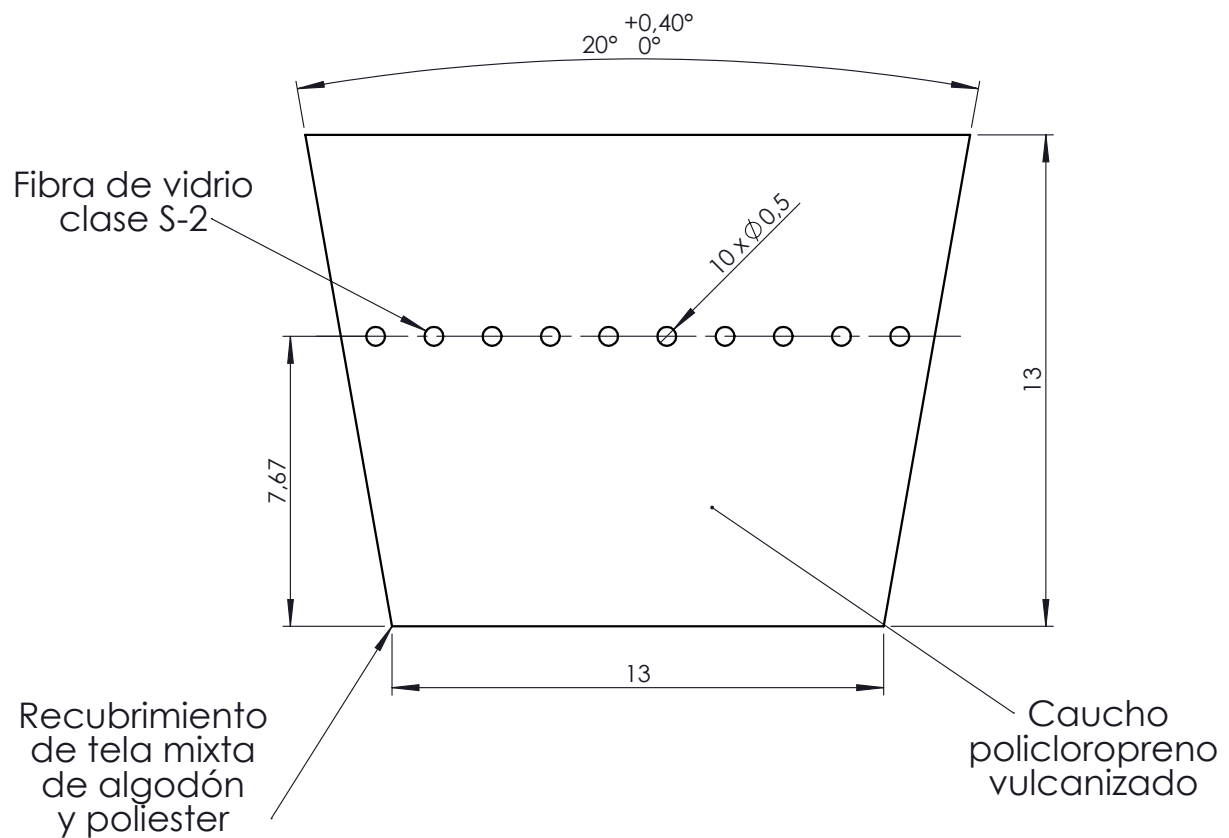
Fabricado por
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma:	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	POLEA MÓVIL ENTRADA	U.N.E.	16	2:3
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		12 de 16	



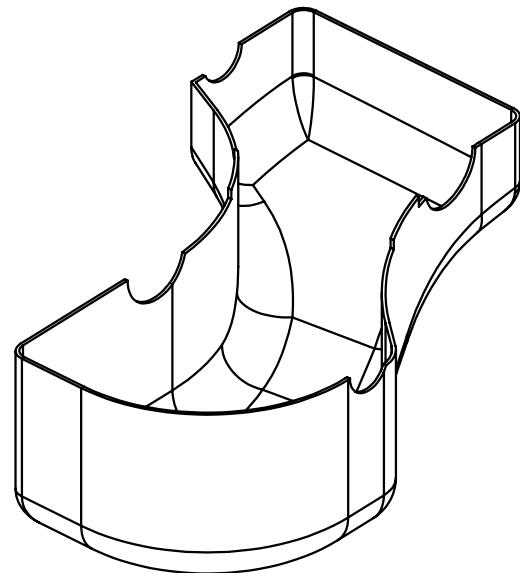
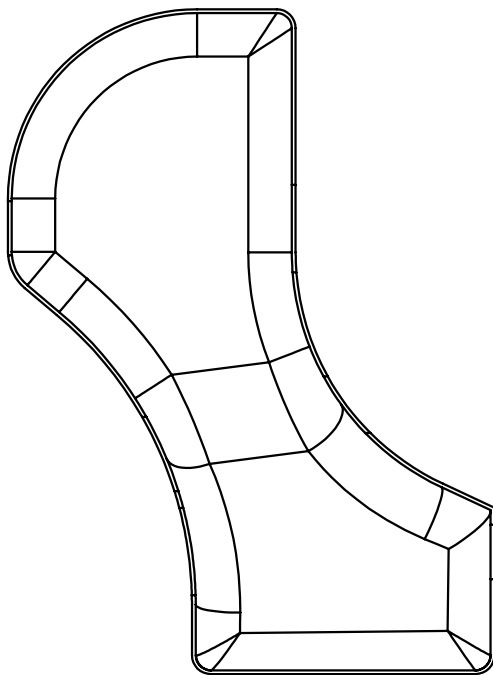
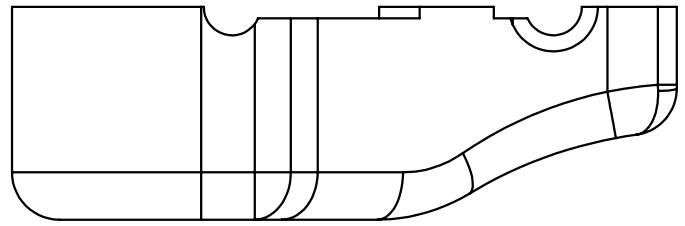
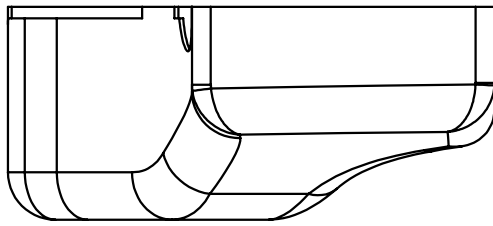
Fabricado por
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma:	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	POLEA FIJA ENTRADA	U.N.E.	17	7:12
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		13 de 16	




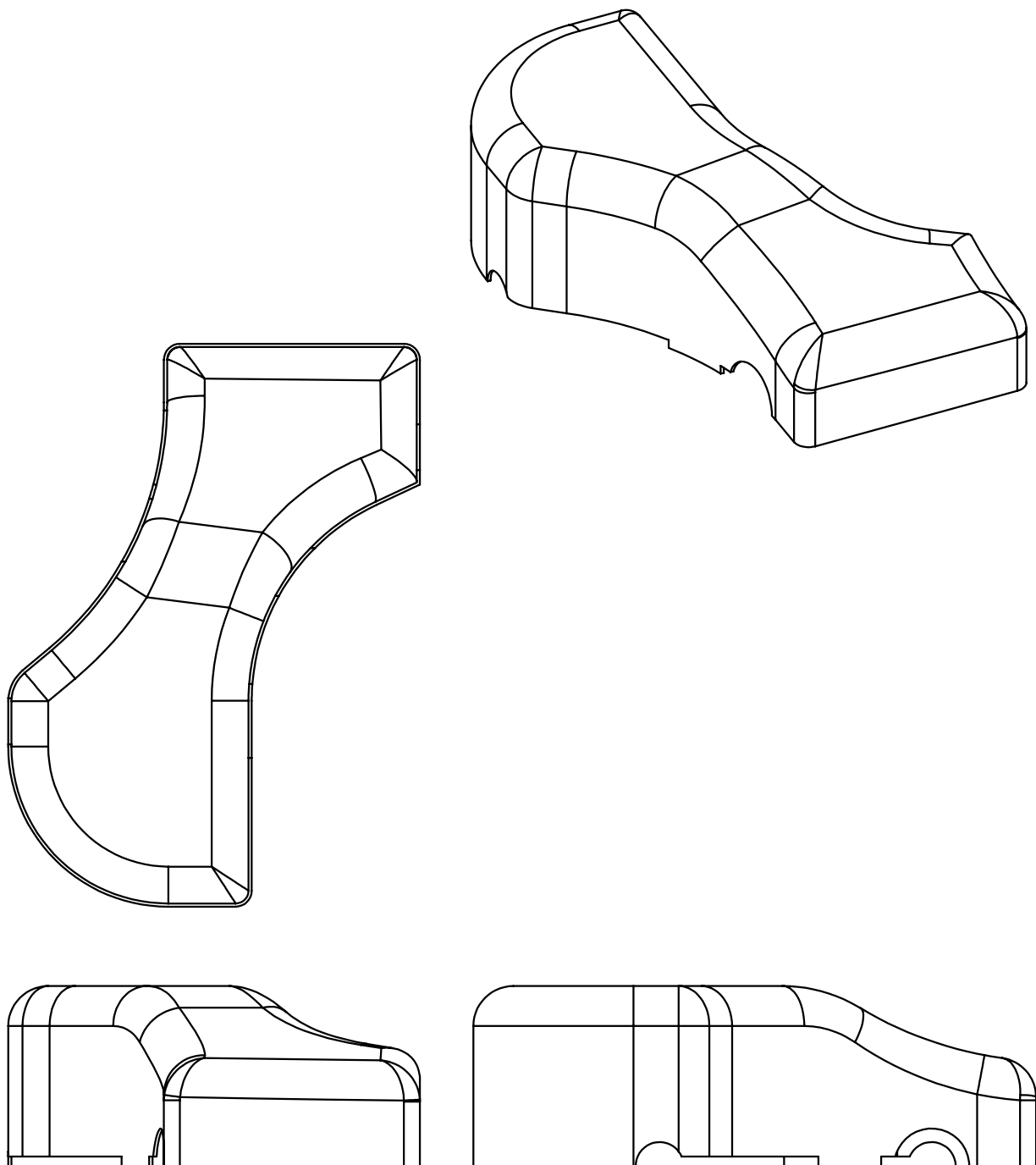
Longitud de la correa = 748,4 mm

	Dibujado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Título: CORREA	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca: 19	Escala: 5:1
	Comprobado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Proyecto: TRANSMISIÓN KART	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número: 14 de 16	Proyección: 





Fabricado por
impresión 3D y el
vaciado
mecanizado

	Dibujado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Título: CARCASA INFERIOR	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca: 23	Escala: 1:4
	Comprobado por: Fernando Ruiz Mendaza	Fecha: 05/09/2017	Proyecto: TRANSMISIÓN KART	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número: 15 de 16	Proyección: 



Fabricado por
impresión 3D y el
vaciado
mecanizado

	Dibujado por:	Fecha:	Título:	Dibujado según norma: U.N.E.	Marca:	Escala:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	CARCASA SUPERIOR		24	1:4
	Comprobado por:	Fecha:	Proyecto:	UNE-EN 1:1993 m K	Hoja número:	Proyección:
	Fernando Ruiz Mendaza	05/09/2017	TRANSMISIÓN KART		16 de 16	



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Pliego de condiciones

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	23/07/2017
Fecha de actualización	03/09/2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.	3
2.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PRODUCTO.	4
2.1.	Listado de materiales y elementos constitutivos.	4
2.2.	Calidades mínimas a exigir.	5
2.2.1.	Pruebas y ensayos.....	23
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PRODUCTO.	27
4.	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLES.	28
5.	ASPECTOS DEL CONTRATO QUE SE REFIERAN AL PROYECTO Y QUE PUDIERAN AFECTAR A SU OBJETO.....	28
5.1.	Criterios de medición, valoración y abono.....	28
5.1.1.	Medición.....	28
5.1.2.	Valoración	28
5.2.	Criterios para las modificaciones al proyecto original, especificando el procedimiento a seguir para las mismas, su aceptación y como deben quedar reflejadas en la documentación final	28
5.2.1.	Modificaciones en el proyecto	28

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: base palanca	5
Ilustración 2: palanca	6
Ilustración 3: pasador	7
Ilustración 4: anillo de seguridad	8
Ilustración 5: chapa	9
Ilustración 6: cable	9
Ilustración 7: funda cable	10
Ilustración 8: embrague.....	11
Ilustración 9: soporte izquierdo.....	12
Ilustración 10: soporte derecho	12
Ilustración 11: rodamiento	13
Ilustración 12: polea fija salida	14
Ilustración 13: polea móvil salida	15

Ilustración 14: polea fija entrada.....	16
Ilustración 15: polea móvil entrada.....	17
Ilustración 16: correa	18
Ilustración 17: Resorte	19
Ilustración 18: pilotaje	20
Ilustración 19: carcasa inferior.....	22
Ilustración 20: carcasa superior.....	23
Ilustración 21: dimensiones probeta.....	24

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

El producto diseñado es el sistema de transmisión de un kart cuyo objetivo es poder regular la transmisión o no de potencia a las ruedas y poder variar la relación de transmisión.

Consiste en un regulador (o palanca de cambios) que al modificar su posición (esto lo hace directamente el piloto) hace variar la posición de 2 poleas variando así a su vez el diámetro de entrada y de salida del variador, de esta forma mediante la palanca se establece la relación de transmisión del motor a las ruedas.

El sistema cuenta también con un embrague centrífugo que es el encargado de transmitir la potencia que le llega desde el motor al variador o de no transmitirla si la velocidad del motor es inferior a 1500 rpm, de esta forma se consigue que el vehículo pueda estar parado y el motor arrancado al mismo tiempo.

El sistema está pensado para funcionar con motores que no superen las 4000 rpm y cuya potencia no supere los 15 caballos, por lo demás se puede emplear en cualquier modelo de kart siempre que espacio disponible sea suficiente y que no vaya a utilizarse para competición, ya que no cumple con las especificaciones establecidas en el reglamento técnico actual de ninguna competición.

La posición exacta en el vehículo de los diferentes elementos que componen el sistema la definirá en última instancia el usuario en función del espacio disponible y de otros factores como acoplamientos utilizados etcétera, pero aproximadamente sí que se puede establecer que la palanca de cambios irá a la derecha del asiento del piloto (normalmente, ya que hay países en los que están acostumbrados a ponerla a la izquierda) y en una posición ergonómica y el embrague junto con el variador irá colocado detrás del asiento del piloto.

La transmisión de potencia se produce en este orden: el motor transmite la potencia probablemente a una cadena (esto se deja a elección del usuario), esta la transmite al embrague (lo que suceda antes del embrague se deja a elección del usuario, no es objeto de este proyecto, pero sí que tendrá que tener en cuenta que el sistema está diseñado para funcionar con motores de unas características determinadas, las anteriormente mencionadas), el embrague va acoplado al eje de entrada del variador, por tanto cuando transmite potencia lo hace directamente a este, mediante una polea y una correa se transmite la potencia al eje de salida del variador (este eje es de una medida estándar, por tanto para el usuario será sencillo encontrar elementos comerciales para acoplar el sistema al eje trasero del vehículo, a partir de este punto el acoplamiento, eje de salida, ruedas etcétera no son objeto de este proyecto, se ha diseñado pensando en los diferentes elementos comerciales existentes en el mercado).

El sistema está diseñado para poder acoplarse a multitud de vehículos, por tanto los soportes para unir los diferentes elementos al chasis están pensados para ello pero les faltaría que el usuario en función del tipo de vehículo y del espacio disponible los acople al coche, para ello en unas ocasiones bastará con hacerles unos agujeros acoplarlos con tornillos y en otras será necesario soldarlos (en este aspecto se ha diseñado para dejar libertad al usuario). El acoplamiento entre el motor y el embrague lo realizará el usuario con los elementos o repuestos comerciales que él desee, el embrague elegido es comercial y utilizado ya en algunos modelos de karting, por tanto no tendrá problema a la hora de acoplarlo al motor. Lo mismo sucede a la salida del variador, ya que la medida del eje de salida es una medida estándar en el mundo del karting, lo que hace que su acoplamiento con el eje trasero sea sencillo empleando elementos comerciales y por tanto el usuario podrá hacerlo sin problemas.

Es un sistema completamente mecánico, lo que hace que la destreza del piloto en su manejo sea fundamental, esto es un poco lo que se busca en este tipo de vehículos.

La relación de transmisión mínima y máxima que el sistema puede dar es regulable dentro de unos límites, de forma que el piloto puede modificarla fácilmente tanto a la hora de montar el variador como posteriormente desde la palanca (aunque en este caso tendría que incorporar al sistema dos varillas roscadas que hagan de espaciadores con los topes que limitan el movimiento de la misma).

2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PRODUCTO.

2.1. Listado de materiales y elementos constitutivos.

- Base palanca (x1).
- Palanca (x1).
- Pasador DIN 6325 10x70 (x3).
- Anillo de seguridad DIN 472 10x1 (x6).
- Chapa (x1).
- Cable (x2).
- Tensor cable (x2).
- Funda cable (x2).
- Embrague (x1).
- Soporte izquierdo (x1).
- Soporte derecho (x1).
- Rodamiento (x4).
- Polea fija salida (x1).
- Polea móvil salida (x1).
- Polea fija entrada (x1).
- Polea móvil entrada (x1).
- Correa (x1).
- Resorte (x2).
- Pilotaje (x2).
- Tuerca (x6).
- Tornillo soportes (x2).
- Arandela (x2).
- Arandela M3 (x2).
- Arandela M5 (x2).
- Carcasa inferior (x1).
- Carcasa superior (x1).

2.2. Calidades mínimas a exigir.

En este apartado se establecen las calidades mínimas que deben cumplir los elementos que componen el proyecto, también se establecerán los elementos normalizados que se empleen.

- Base palanca:

Este elemento sirve como soporte para el resto de piezas que componen el conjunto de la palanca de cambios.

A ella se acoplan los tres pasadores con un acoplamiento con juego y de la misma forma los seis anillos de seguridad.

La pieza llamada chapa se suelda en su base (esta será la unión entre el conjunto palanca de cambios y el chasis del vehículo).

Además la palanca irá sujeta con apriete a la base palanca, de forma que se ejerza una fuerza que impida movimientos indeseados de la palanca y por tanto del variador.

El material de este elemento será aluminio, concretamente la aleación 1060, su proceso de fabricación será por fundición en primer lugar y un posterior mecanizado de los agujeros y elementos que requieran más precisión de la que se obtiene por fundición.

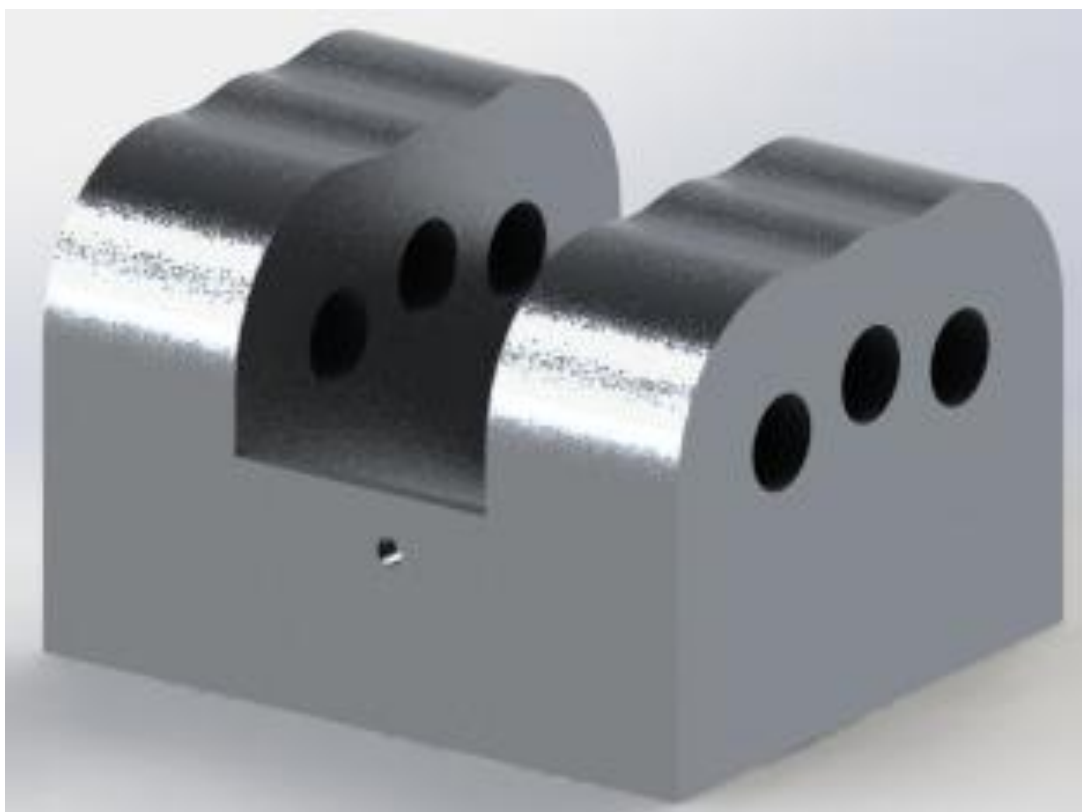


Ilustración 1: base palanca

- Palanca:

Este es elemento que acciona el piloto, sirve para controlar la posición del resto de elementos que regulan la relación de transmisión obtenida.

La palanca irá sujeta con apriete a la base palanca, de forma que se ejerza una fuerza que impida movimientos indeseados de la palanca y por tanto del variador.

El ajuste entre la palanca y el pasador sobre el que pivota será con juego.

El material de este elemento será aluminio, concretamente la aleación 1060, su proceso de fabricación será por fundición en primer lugar y un posterior mecanizado de los agujeros y agujeros roscados.

La palanca llevará un agujero roscado en su parte inferior para que el usuario en caso de necesitarlo pueda añadir unas varillas roscadas (elementos que no se contemplan en el proyecto) para regular desde la palanca en rango de relaciones de transmisión obtenidas.



Ilustración 2: palanca

- Pasador DIN 6325 10x70:

Habrà 3 pasadores de este tipo, la función de 2 de ellos será ejercer de topes para impedir que la palanca se desplace demasiado (limitar su movimiento) y la función del tercero será la de ser el eje sobre el que gire la palanca.

Estos pasadores son elementos normalizados.



Ilustración 3: pasador

- Anillo de seguridad DIN 472 10x1:

La función de estos anillos de seguridad es sujetar los pasadores a la base palanca.

Son elementos normalizados.



Ilustración 4: anillo de seguridad

- Chapa:

Este elemento sirve para unir el conjunto de la palanca al chasis.

Va soldada al elemento base palanca y acoplada al chasis de la forma que el usuario decida, ya sea mediante tornillos, soldada o de cualquier otra forma.

Es un elemento comercial, concretamente una chapa de acero inoxidable de 100x100x1.



Ilustración 5: chapa

- Cable:

Se emplean 2 cables para controlar la posición del variador, uno controla la posición de la entrada y el otro la de la salida. Estos cables se oponen a la fuerza producida por el muelle, de forma que según la posición de cada cable el muelle correspondiente estará más o menos extendido.

El cable va unido en un extremo al elemento llamado tensor cable y en el otro extremo por su forma va sujeto al pilotaje (la forma del cable en ese extremo se ve en la imagen).

Estos cables son elementos comerciales, concretamente son cables de cambio de bicicleta de la marca Dinter 4 o similar, que se recortan por el usuario a la medida que lo necesite en función del vehículo y posición final de cada componente del sistema.



Ilustración 6: cable

- Tensor cable:

Su función es tensar y sujetar el cable a la palanca, va roscado al extremo de la misma, de forma que el cable queda en la posición deseada para que al moverse la palanca se mueva la distancia justa.

Es un elemento comercial de la marca de recambios para bicicletas Dinter 4 o similar.

- Funda cable:

La funda del cable sirve como guía y como protección para los cables empleados en el sistema.

Son fundas comerciales de recambio para bicicletas de la marca Dinter 4, o similares, recortadas por el usuario para adaptarlas en función de las medidas del vehículo y ubicación de los componentes.

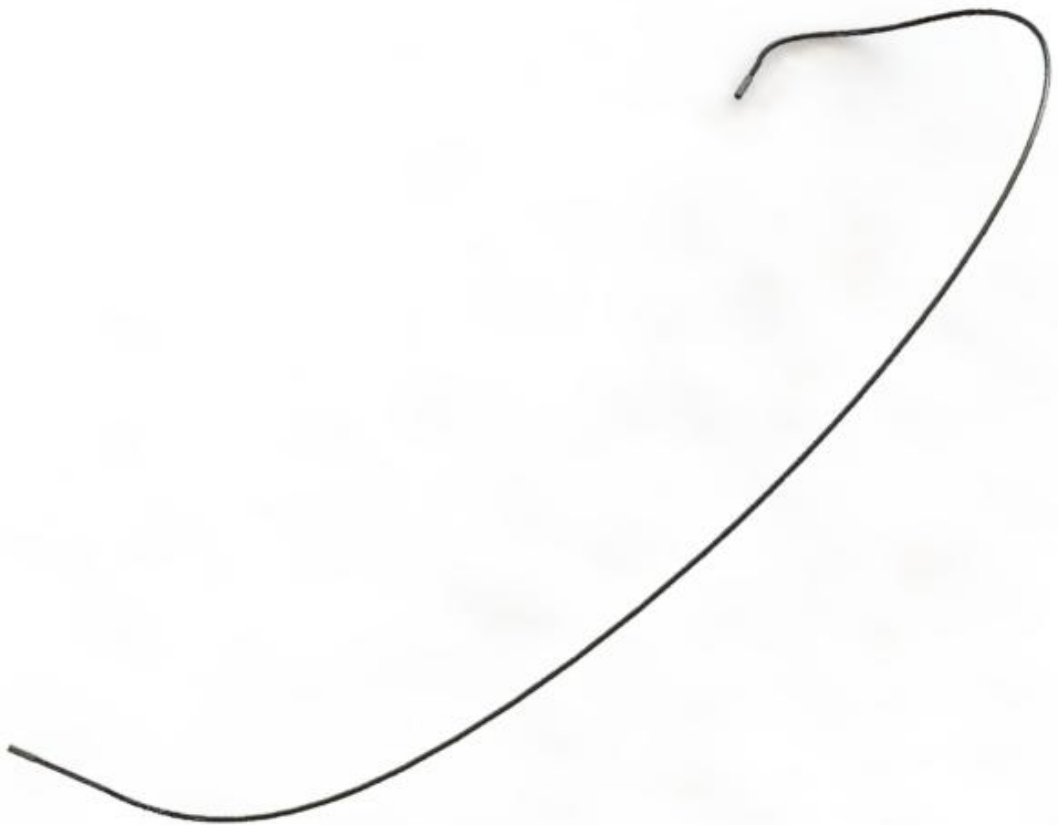


Ilustración 7: funda cable

- Embrague:

Es el encargado de recibir la potencia del motor y transmitirla al variador o no hacerlo si la velocidad del motor es inferior a las 1500 rpm.

Este elemento va acoplado con apriete a la polea fija de entrada, de forma que giran solidariamente, además para evitar deslizamiento es conveniente aplicar algún tipo de fijador durante el montaje de este elemento.

El acoplamiento del embrague con el motor no es objeto de este proyecto, ya que depende del modelo concreto de motor y del espacio disponible, pero al ser un embrague estándar utilizado en algunos otros modelos de kart no habrá problema para el usuario a la hora de acoplarlo.

Es un elemento comercial de la marca ISPARTS, concretamente el modelo de embrague 20T $\frac{3}{4}$ ".

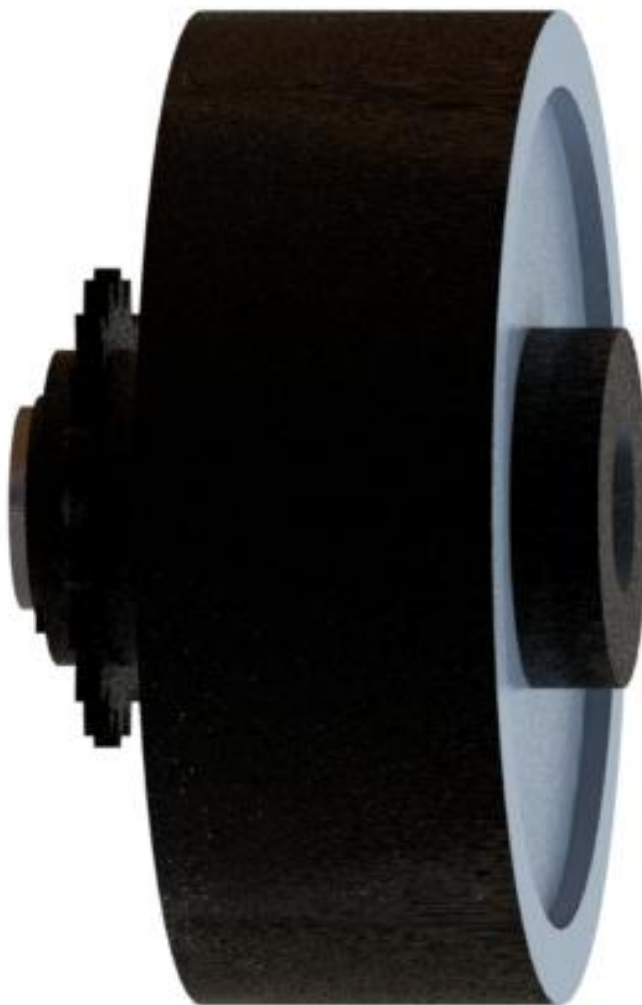


Ilustración 8: embrague

- Soporte izquierdo:

Junto con el soporte derecho sirve de anclaje para los diferentes elementos de variador, a partir de estos soportes se posicionan todos los demás.

A él se acopla por un lado el rodamiento y por otro el pilotaje, ambos con juego, su posición con respecto al otro soporte viene definida por la posición de las tuercas y tornillos que los unen, de esta forma durante el montaje se pueden juntar o separar ambos soportes hasta colocarlos en la posición correcta.

El material del soporte es aluminio, concretamente la aleación 2014 T-6, se fabrica por fundición y posteriormente se mecanizan los elementos que requieren una mayor precisión.



Ilustración 9: soporte izquierdo

- Soporte derecho:

Junto con el soporte izquierdo sirve de anclaje para los diferentes elementos de variador, a partir de estos soportes se posicionan todos los demás.

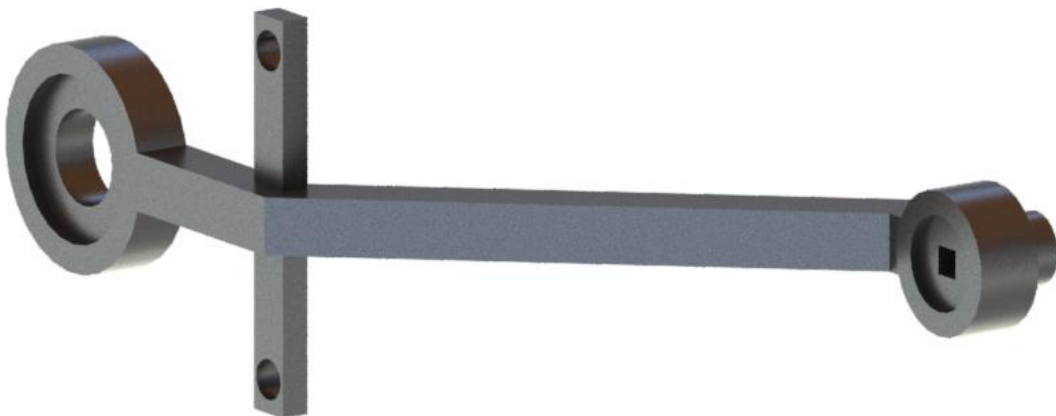


Ilustración 10: soporte derecho

- Rodamiento:

Elemento comercial encargado de soportar y dejar girar independientes de las sujeciones a las poleas y a los pilotajes.

Concretamente es un rodamiento axial de la marca SKF, el modelo SKF 81104 TN.



Ilustración 11: rodamiento

- Polea fija salida:

La polea fija de salida es el elemento que junto con la polea móvil de salida se encarga de recibir y transmitir la potencia que le llega de la correa.

A ella va acoplada la polea móvil de salida con juego y se acopla lo que sea necesario (lo define el usuario, no es objeto de este proyecto) para que transmita la potencia al eje trasero del vehículo.

Va acoplada con apriete al rodamiento.

Está fabricada en acero AISI 1020 mediante mecanizado.

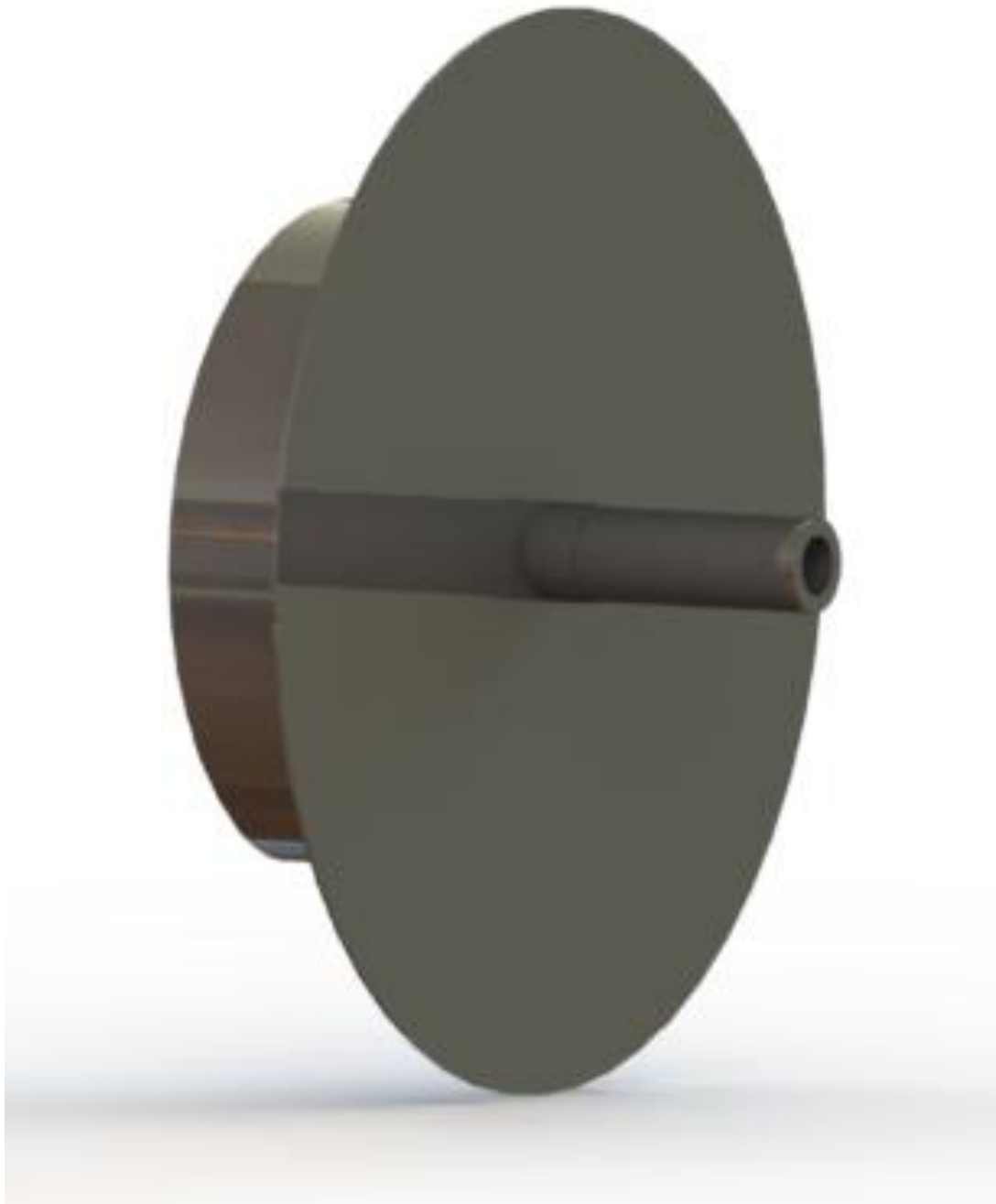


Ilustración 12: polea fija salida

- Polea móvil salida:

La polea móvil de salida es el elemento que junto con la polea fija de salida se encarga de recibir la potencia que le llega de la correa. Su otra función es la de que con su movimiento de traslación cambia la posición de la correa modificando así la relación de transmisión.

A ella va acoplada con juego la polea fija de salida y al rodamiento va acoplada con apriete.

Está fabricada en acero AISI 1020 mediante mecanizado.



Ilustración 13: polea móvil salida

- Polea fija entrada:

La polea fija de entrada es el elemento que junto con la polea móvil de entrada se encarga transmitir la potencia que le llega desde el embrague a la correa.

A ella va acoplada la polea móvil de entrada con juego y el embrague con apriete, también con apriete va acoplada al rodamiento.

Está fabricada en acero AISI 1020 mediante mecanizado.

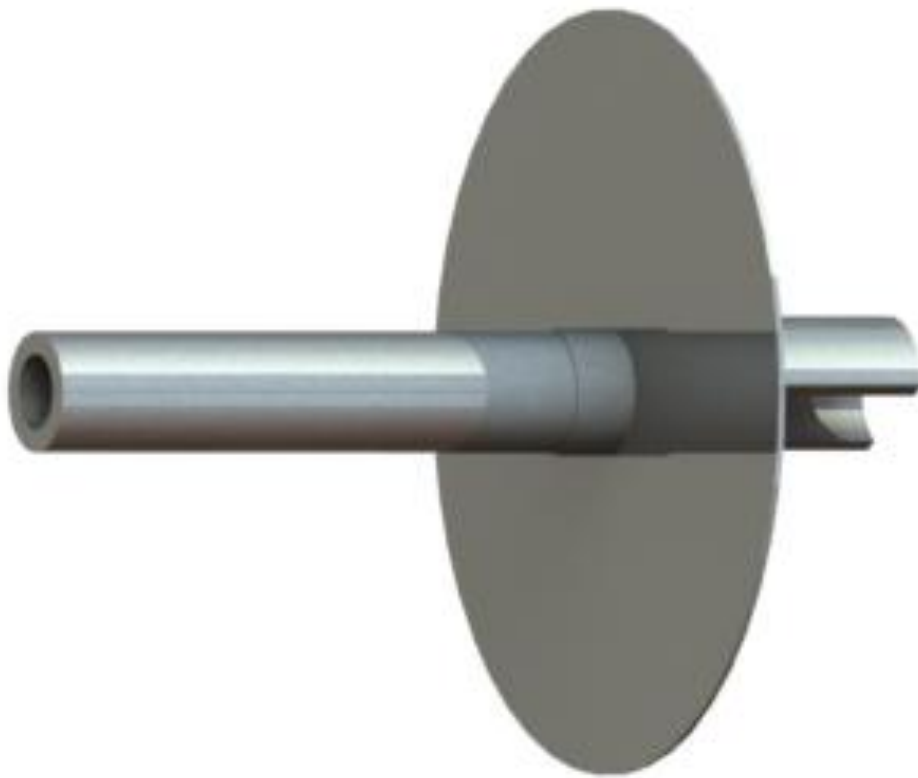


Ilustración 14: polea fija entrada

- Polea móvil entrada.

La polea móvil de entrada es el elemento que junto con la polea fija de entrada se encarga de transmitir a la correa la potencia que le llega desde el embrague. Su otra función es la de que con su movimiento de traslación cambia la posición de la correa modificando así la relación de transmisión.

A ella va acoplada con juego la polea fija de entrada y al rodamiento va acoplada con apriete.

Está fabricada en acero AISI 1020 mediante mecanizado.

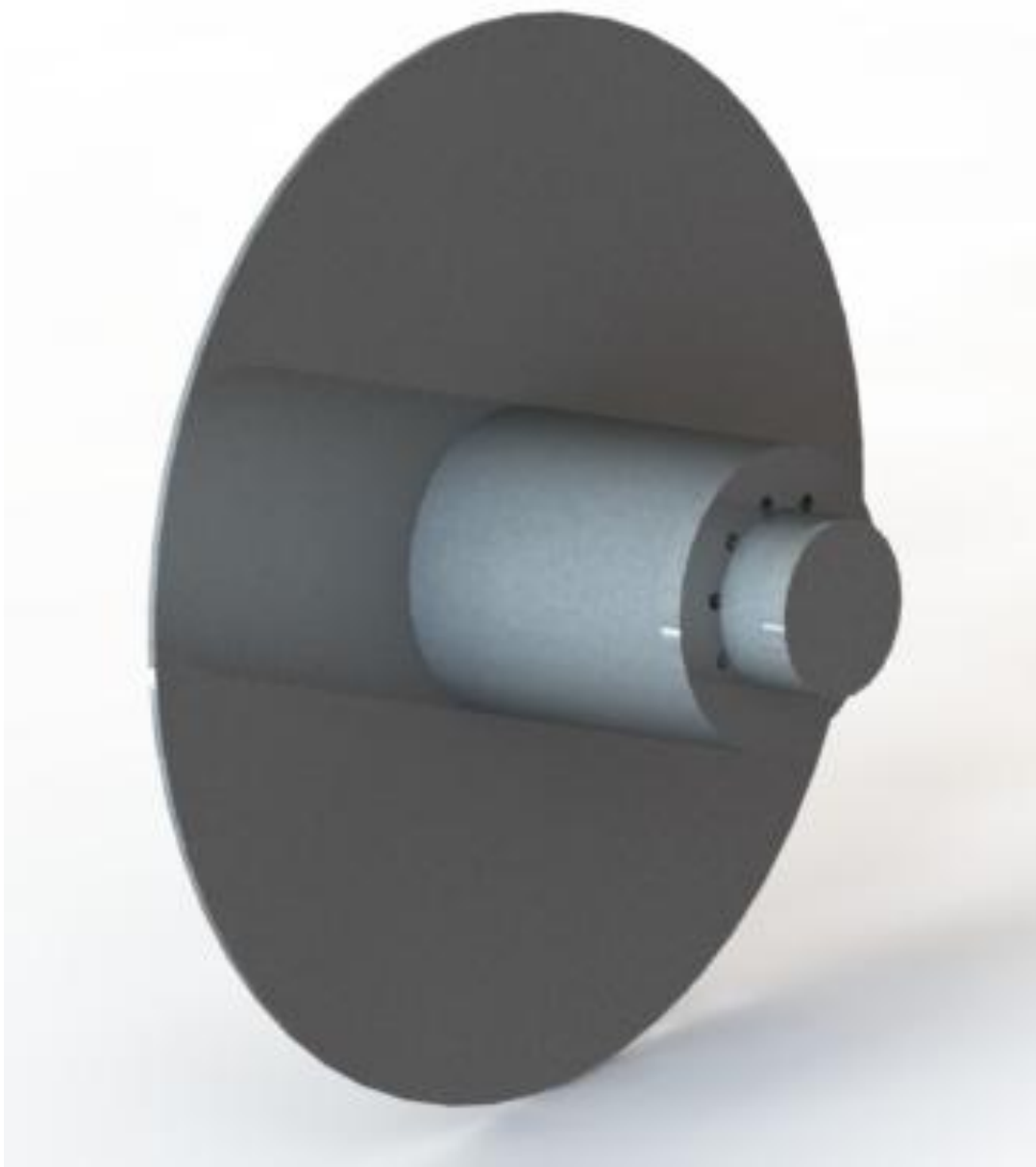


Ilustración 15: polea móvil entrada

- **Correa:**

Su misión es transmitir la potencia de las poleas de entrada a las de salida.

Es una correa hecha a medida en los materiales y dimensiones que se especifican en los planos.

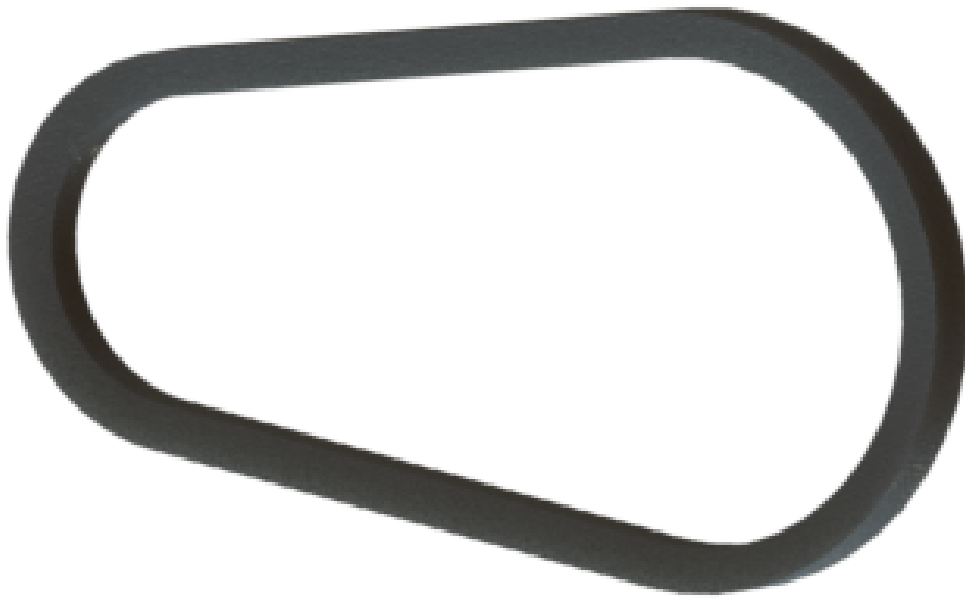


Ilustración 16: correa

- **Resorte:**

Su función es ejercer fuerza para juntar las poleas y que así la correa esté tensa siempre y aumente el diámetro cuando la posición de la palanca lo permita.

Va colocado entre el soporte y el pilotaje.

Es un elemento comercial, modelo WZ-200511 de la marca Schweizer o un modelo similar.

Su longitud mínima es de 26 mm y su longitud sin carga de 51 mm, bajo carga de trabajo su longitud variará entre los 30 y los 40 mm.



Ilustración 17: Resorte

- **Pilotaje:**

Es el elemento que recibe tanto la fuerza ejercida por el resorte como la fuerza aplicada al cable que controla la posición del variador, su función es transmitir la resultante al rodamiento para que este a su vez la transmita la polea móvil de entrada o de salida.

Va acoplado al rodamiento y al soporte, en ambos casos con juego.

Es de aluminio, aleación 1060, fabricado por mecanizado.



Ilustración 18: pilotaje

- Tuerca:

Se utilizarán 6 tuercas cuya función será establecer la posición de un soporte con respecto al otro (distancia entre soportes).

Son elementos normalizados de acero inoxidable, concretamente tuercas de M8 DIN 934 calidad 8.

- Tornillo soportes:

Se utilizarán 2 tornillos cuya función será establecer la posición de un soporte con respecto al otro (distancia entre soportes).

Son elementos normalizados de acero inoxidable, concretamente tornillos de M8x90 DIN 912 calidad 10.9.

- Arandela:

Forma parte del sistema que une un soporte con el otro dejándolo en una posición fija pero regulable.

Son elementos normalizados, arandela A 8,4 DIN 6902.

Se emplean 2 de estas arandelas.

- Arandela M3:

Se utiliza como punto de apoyo de la funda del cable (de la que se hablará más adelante) sobre el conjunto del variador.

Son elementos normalizados, arandela A 3,2 DIN 6902.

Hay por tanto 2 arandelas de M3.

- Arandela M5:

Se utiliza como punto de apoyo de la funda del cable (de la que se hablará más adelante) sobre el conjunto del variador.

Son elementos normalizados, arandela A 5,3 DIN 6902.

Hay por tanto 2 arandelas de M5.

- Carcasa inferior:

Junto con la carcasa superior su función es la de aislar el conjunto del variador de forma que no le entre agua u otros elementos que pudieran ser perjudiciales para el sistema.

También es importante este elemento como elemento de prevención de riesgos, ya que en el interior del variador hay elementos que en funcionamiento pueden causar daños a las personas, de esta forma se impide el contacto involuntario con los elementos interiores.

Va sujeta a los soportes empleando silicona epoxi, de esta forma se consigue que el interior del variador quede lo más cerrado posible.

Su fabricación es por el método de impresión 3D en material ABS y el posterior mecanizado del vaciado interior.



Ilustración 19: carcasa inferior

- Carcasa superior:

Junto con la carcasa inferior su función es la de aislar el conjunto del variador de forma que no le entre agua u otros elementos que pudieran ser perjudiciales para el sistema.

También es importante este elemento como elemento de prevención de riesgos, ya que en el interior del variador hay elementos que en funcionamiento pueden causar daños a las personas, de esta forma se impide el contacto involuntario con los elementos interiores.

Va sujeta a los soportes empleando silicona epoxi, de esta forma se consigue que el interior del variador quede lo más cerrado posible.

Su fabricación es por el método de impresión 3D en material ABS y el posterior mecanizado del vaciado interior.



Ilustración 20: carcasa superior

2.2.1. Pruebas y ensayos.

2.2.1.1. Ensayos previos a la fabricación.

Se considera necesario comprobar el límite elástico de los diferentes elementos antes de proceder a la fabricación de los mismos, el límite elástico empleado para el cálculo en función del material ha sido:

- Aluminio aleación 1060: 27,57 MPa
- Aluminio aleación 2014 T-6: 415 MPa
- Acero inoxidable: 170 MPa
- Acero AISI 1020: 351,57 MPa

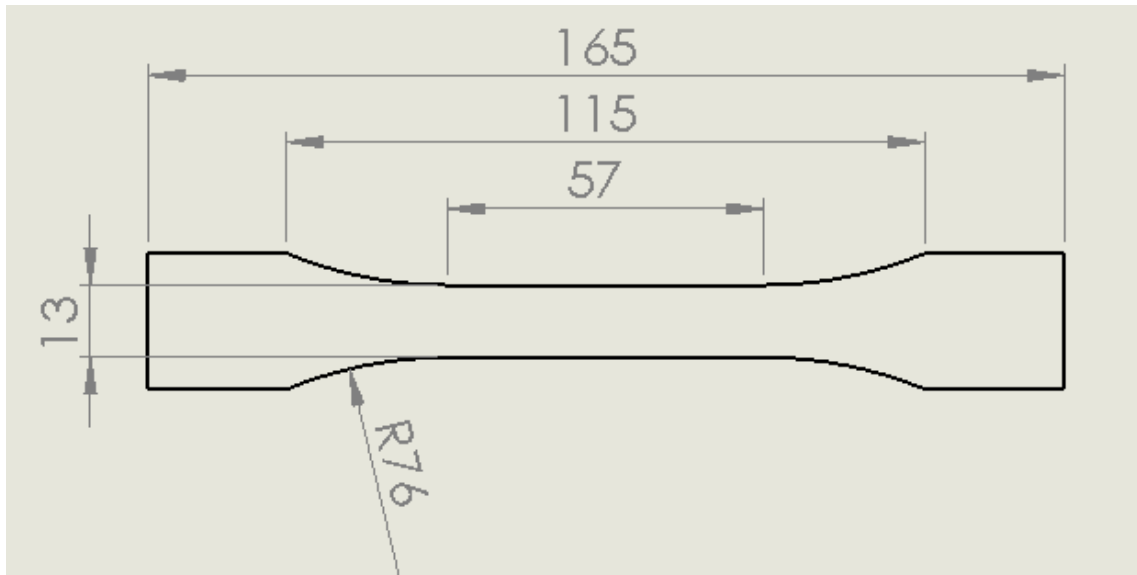
Para comprobar estos límites se realizará un ensayo de tracción por cada uno de los materiales a ensayar.

Consiste en someter a una probeta del material a ensayar a esfuerzos de tracción progresivamente crecientes hasta la rotura.

Se realizará según la norma ASTM D638-02a, esta norma se considera adecuada para ensayar los materiales objeto de este estudio.

Se tomará como resultado de este ensayo el valor del límite elástico convencional, que es el correspondiente al esfuerzo a aplicar en la probeta para que en un tiempo de 10 segundos se obtenga una deformación del 0,2% de la longitud inicial.

El procedimiento comienza con la fabricación de una probeta (en este caso se considera necesario tener al menos 2 por si hubiera errores o defectos de fabricación que impidieran la correcta obtención de resultados), de las siguientes dimensiones:

**Ilustración 21: dimensiones probeta**

Las medidas están en milímetros y el espesor es de 3,2 mm.

El ensayo se realizará en la máquina de tracción-compresión conectada al PC presente en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad de La Rioja, para ello el procedimiento es el siguiente:

Se arranca el ordenador y se ejecuta el programa de adquisición de datos (PCD 1065W), se hace clic con el botón derecho sobre el icono en la barra de tareas y se selecciona la opción adecuada para material.

Lo siguiente es conectar la bomba hidráulica y pulsar el botón de marcha, se pulsa el botón “CON PRESIÓN” y posteriormente “SELECT”.

A continuación se coloca la probeta en la mordaza superior (utilizando los botones abrir y cerrar para atrapar la probeta) y se comienza el ensayo.

Una vez concluido (cuando la probeta rompa) se le da a imprimir resultados y se obtiene el límite elástico.

En este caso no se considera necesario obtener nada más, el ensayo quedaría concluido.

Los valores obtenidos para el límite elástico en el ensayo deben ser iguales o superiores a los utilizados para el cálculo.

2.2.1.2. Pruebas y ensayos sobre elementos constitutivos del producto.

A continuación se explican las diferentes pruebas y ensayos sobre cada una de las partes que deberán ser superados satisfactoriamente para que dichas partes puedan formar parte del producto final.

Se buscará en la medida de lo posible que estos ensayos no sean destructivos, es decir que una vez realizados se conserve la integridad del elemento, de esta forma el mismo elemento ensayado podrá formar parte del producto final y se reducirán tiempos de fabricación y costes.

- Base palanca:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las tolerancias en los agujeros y en la zona donde va insertada la palanca.

- Palanca:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las tolerancias en el agujero y en la zona donde va insertada la palanca a la base palanca.

- Soporte izquierdo:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales de los agujeros donde va insertado el rodamiento y el pilotaje.

- Soporte derecho:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales de los agujeros donde va insertado el rodamiento y el pilotaje.

- Polea fija salida:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales del eje donde va insertado el rodamiento y de la unión con la otra polea.

- Polea móvil salida:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales del eje donde va insertado el rodamiento y de la unión con la otra polea.

- Polea fija entrada:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales del eje donde va insertado el rodamiento y de la unión con la otra polea.

- Polea móvil entrada:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales del eje donde va insertado el rodamiento y de la unión con la otra polea.

- Pilotaje:

Búsqueda a simple vista de defectos superficiales que pudieran afectar al correcto funcionamiento del elemento.

Comprobación de que sus dimensiones finales permiten su montaje como está establecido, comprobar las dimensiones finales del agujero donde va insertado el rodamiento y de la unión con el soporte.

2.2.1.3. Pruebas y ensayos del producto final

Una vez se hayan realizado las pruebas y ensayos de cada uno de los componentes se procederá al montaje del producto, para una vez montado poder realizar las diferentes pruebas de funcionamiento que se consideran necesarias para evaluar que todo funciona en las condiciones que debería hacerlo.

Las pruebas que se realizarán sobre el producto final son las siguientes:

- Prueba de funcionamiento mecánico:

Se colocarán todos los elementos que componen el sistema de transmisión en un coche de pruebas cuyo motor funcionará a un máximo de 4000 rpm y dará un par máximo de 15 caballos.

Se regularán todos los elementos que componen el sistema de transmisión y se hará ir subiéndolo al motor progresivamente de vueltas con la palanca colocada en su posición de mínima relación de transmisión.

Se comprobará que a partir de las 1500 vueltas el embrague transmite toda la potencia, para ello se medirá par y velocidad a la salida y se comparará con el de la entrada (el del motor), debe cumplirse que $T_1 * w_1 = T_2 * w_2$.

Una vez comprobado esto se calcula que la relación de transmisión sea de 0,203 o un valor cercano.

Lo siguiente es aumentar la relación de transmisión hasta el máximo y comprobar que esta es de 0,673 o un valor cercano.

Todo esto se hace mientras se comprueba que el sistema no sufre ningún tipo de daño ni de fallo durante el funcionamiento, si todo esto se cumple se da por buena la prueba de funcionamiento mecánico.

- Prueba de comportamiento estructural:

Una vez realizada la prueba de funcionamiento mecánico se desmontará el producto para comprobar si en su funcionamiento se ha producido algún tipo de daño estructural, si no es así se dará por bueno el producto.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PRODUCTO.

La ejecución del producto será lineal, las fases que componen la ejecución del producto por orden de aplicación son las siguientes:

- Fase de ensayos previos a la fabricación.
- Fase de preparación.
- Fase de fabricación y compra de elementos.
- Fase de ensayos sobre elementos constitutivos del producto.
- Fase de montaje.
- Fase de ensayos sobre el producto final.

En primer lugar se realizan los ensayos previos a la fabricación, estos están descritos con detalle en el apartado correspondiente del pliego de condiciones.

Consiste básicamente en comprobar que los materiales reales que se emplearán cumplen como mínimo las condiciones de diseño en lo que a resistencia se refiere.

En la fase de preparación se elaborarán los moldes necesarios para la fabricación de las piezas que así lo requieran y se realizarán los pedidos necesarios a los fabricantes.

La fase de fabricación y compra de elementos se dará por concluida una vez que se disponga de todos y cada uno de los elementos que componen el producto.

Según se vaya disponiendo de los elementos que componen el producto ya se puede proceder a la fase de ensayos sobre elementos constitutivos, se hará según lo establecido en el pliego de condiciones en su apartado correspondiente, fundamentalmente consiste en comprobar que no haya defecto y que las dimensiones que se especifican en los planos se hayan cumplido tras la fabricación.

Fase de montaje, en esta fase como su propio nombre indica se monta el producto, si se han seguido todos los pasos anteriores no debería haber ningún problema para que todo encaje en su sitio, ya que se han comprobado las dimensiones de todos los elementos que podrían tener errores en su fabricación.

Por último se realiza la fase de ensayos sobre el producto final, en esta fase se comprueba que el producto funcione correctamente. Al terminar el producto está desmontado, se puede

dejar así para que sea el usuario el encargado del montaje o volver a montarlo para que el usuario únicamente tenga que instalarlo en el vehículo.

4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLES.

- **UNE 157001:2014:** esta norma establece los criterios generales para la elaboración de los documentos que componen un proyecto técnico.
- **Reglamento FIA:** reglamento de la federación internacional de automovilismo relativo a las competiciones de karting.
- **Reglamento de la FIA en materia de seguridad:** no es un reglamento como tal, pero se ha tenido en cuenta que en definitiva es la FIA la que homologa los diseños de este tipo de vehículos siguiendo criterios muy variables, por tanto se ha tenido en cuenta casos anteriores y elementos ya homologados con anterioridad para tomarlos como referencia.
- **ASTM D638-02a:** norma según la cual se deben realizar los ensayos de tracción anteriormente explicados.

5. ASPECTOS DEL CONTRATO QUE SE REFIERAN AL PROYECTO Y QUE PUDIERAN AFECTAR A SU OBJETO.

5.1. Criterios de medición, valoración y abono

5.1.1. Medición

Las mediciones se realizan en unidades, como se especifica en el documento mediciones para cada uno de los componentes del proyecto.

5.1.2. Valoración

El precio de cada uno de los componentes, especificado en el documento presupuesto, incluye todas las labores necesarias para la fabricación y transporte del producto hasta el lugar de montaje.

5.2. Criterios para las modificaciones al proyecto original, especificando el procedimiento a seguir para las mismas, su aceptación y como deben quedar reflejadas en la documentación final

5.2.1. Modificaciones en el proyecto

Se podrán introducir las modificaciones que se consideren oportunas previamente a la ejecución del proyecto, siempre que estas no modifiquen el espíritu del mismo.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Mediciones

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	01/09/2017
Fecha de actualización	02/09/2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	CONJUNTO PALANCA.....	2
2.	CONJUNTO VARIADOR.....	3

1. CONJUNTO PALANCA.

RESUMEN	CANTIDAD
Ud. Base palanca. Pieza fabricada por fundición y mecanizado en aluminio aleación 1060.	1,000
Ud. Palanca. Pieza fabricada por fundición y mecanizado en aluminio aleación 1060.	1,000
Ud. Pasador DIN 6325 10x70. Elemento comercial normalizado de acero templado.	3,000
Ud. Anillo de seguridad DIN 472 10x1. Elemento comercial normalizado de acero inoxidable.	6,000
Ud. Chapa. Chapa de acero inoxidable de 100 x 100 x 1 mm.	1,000
Ud. Tensor cable. Elemento comercial de la marca Dinter 4 de métrica 2.	2,000
Ud. Cable. Elemento comercial de la marca Dinter 4, cable de cambio.	2,000

2. CONJUNTO VARIADOR.

RESUMEN	CANTIDAD
Ud. Soporte izquierdo. Pieza de aluminio aleación 2014-T6, fabricada por fundición y mecanizado.	1,000
Ud. Rodamiento. Elemento comercial de la marca SKF, modelo 81104 TN.	4,000
Ud. Polea fija salida. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	1,000
Ud. Polea móvil salida. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	1,000
Ud. Polea fija entrada. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	1,000
Ud. Polea móvil entrada. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	1,000
Ud. Pilotaje. Pieza de aluminio aleación 1060 obtenida por mecanizado.	2,000
Ud. Soporte derecho. Pieza de aluminio aleación 2014-T6, fabricada por fundición y mecanizado.	1,000
Ud. Correa. Elemento fabricado a medida.	1,000

Ud. Tuerca.

Tuerca de acero inoxidable DIN 934 de métrica 8.

6,000

Ud. Arandela.

Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 8.

2,000

Ud. Tornillo soportes.

Tornillo de acero inoxidable de métrica 8 DIN 912.

2,000

Ud. Carcasa inferior.

Pieza de material ABS obtenida por impresión 3D.

1,000

Ud. Carcasa superior.

Pieza de material ABS obtenida por impresión 3D.

1,000

Ud. Embrague.

Elemento comercial de ISPARTS, modelo 20T $\frac{3}{4}$ ".

1,000

Ud. Arandela M3.

Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 3.

2,000

Ud. Arandela M5.

Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 5.

2,000

Ud. Resorte.

Resorte de la marca Schweizer, modelo WZ-200511.

2,000

Ud. Arandela M3.

Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 3.

2,000

Ud. Funda cable.

Funda de cable de cambio de 4 mm Dinter 4.

2,000



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Diseño del sistema de transmisión de un kart con motor de 4 tiempos.

Presupuesto

Autor/es	Fernando Ruiz Mendaza
Versión	1.0
Fecha de creación	30/08/2017
Fecha de actualización	02/09/2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	CONJUNTO PALANCA.....	2
2.	CONJUNTO VARIADOR.....	3

1. CONJUNTO PALANCA

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Imp. ud (€)	Imp. Total (€)
1 Ud.	Base palanca. Pieza fabricada por fundición y mecanizado en aluminio aleación 1060.	50,00	50,00
1 Ud.	Palanca. Pieza fabricada por fundición y mecanizado en aluminio aleación 1060.	60,00	60,00
3 Ud.	Pasador DIN 6325 10x70. Elemento comercial normalizado de acero templado.	0,85	2,55
2 Ud.	Anillo de seguridad DIN 472 10x1. Elemento comercial normalizado de acero inoxidable.	0,30	1,80
1 Ud.	Chapa. Chapa de acero inoxidable de 100 x 100 x 1 mm.	10,70	10,70
2 Ud.	Tensor cable. Elemento comercial de la marca Dinter 4 de métrica 2.	1,00	2,00
2 Ud.	Cable. Elemento comercial de la marca Dinter 4, cable de cambio.	1,25	2,50

2. CONJUNTO VARIADOR

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Imp. ud (€)	Imp. Total (€)
1 Ud.	Soporte izquierdo. Pieza de aluminio aleación 2014-T6, fabricada por fundición y mecanizado.	60,00	60,00
4 Ud.	Rodamiento. Elemento comercial de la marca SKF, modelo 81104 TN.	5,00	20,00
1 Ud.	Polea fija salida. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	15,00	15,00
1 Ud.	Polea móvil salida. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	15,00	15,00
1 Ud.	Polea fija entrada. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	15,00	15,00
1 Ud.	Polea móvil entrada. Pieza de acero AISI 1020, obtenido por mecanizado.	15,00	15,00
2 Ud.	Pilotaje. Pieza de aluminio aleación 1060 obtenida por mecanizado.	5,25	10,50
1 Ud.	Soporte derecho. Pieza de aluminio aleación 2014-T6, fabricada por fundición y mecanizado.	60,00	60,00

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Imp. ud (€)	Imp. Total (€)
1 Ud.	Correa. Elemento fabricado a medida.		
		40,00	40,00
6 Ud.	Tuerca. Tuerca de acero inoxidable DIN 934 de métrica 8.		
		0,30	1,80
2 Ud.	Arandela. Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 8.		
		0,25	0,50
2 Ud.	Tornillo soportes. Tornillo de acero inoxidable de métrica 8 DIN 912.		
		0,30	0,60
1 Ud.	Carcasa inferior. Pieza de material ABS obtenida por impresión 3D.		
		10,70	10,70
1 Ud.	Carcasa superior. Pieza de material ABS obtenida por impresión 3D.		
		10,70	10,70
1 Ud.	Embrague. Elemento comercial de ISPARTS, modelo 20T 3/4".		
		20,25	20,25
2 Ud.	Arandela M3. Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 3.		
		0,25	0,50

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Imp. ud (€)	Imp. Total (€)
2 Ud.	Arandela M5. Arandela de acero inoxidable DIN 6902 de métrica 5.	0,25	0,50
2 Ud.	Resorte. Resorte de la marca Schweizer, modelo WZ-200511.	5,95	11,90
P. DE EJECUCIÓN MATERIAL			437,5
GASTOS GENERALES			43,75
BENEFICIO INDUSTRIAL			65,63
P. TOTAL (sin IVA)			546,88
HONORARIOS PROYECTISTA			80
PRESUPUESTO TOTAL			741,73

El presupuesto total de realización del proyecto de transmisión para modelo de kart con motor de 4 tiempos, asciende a la cantidad de SETECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.